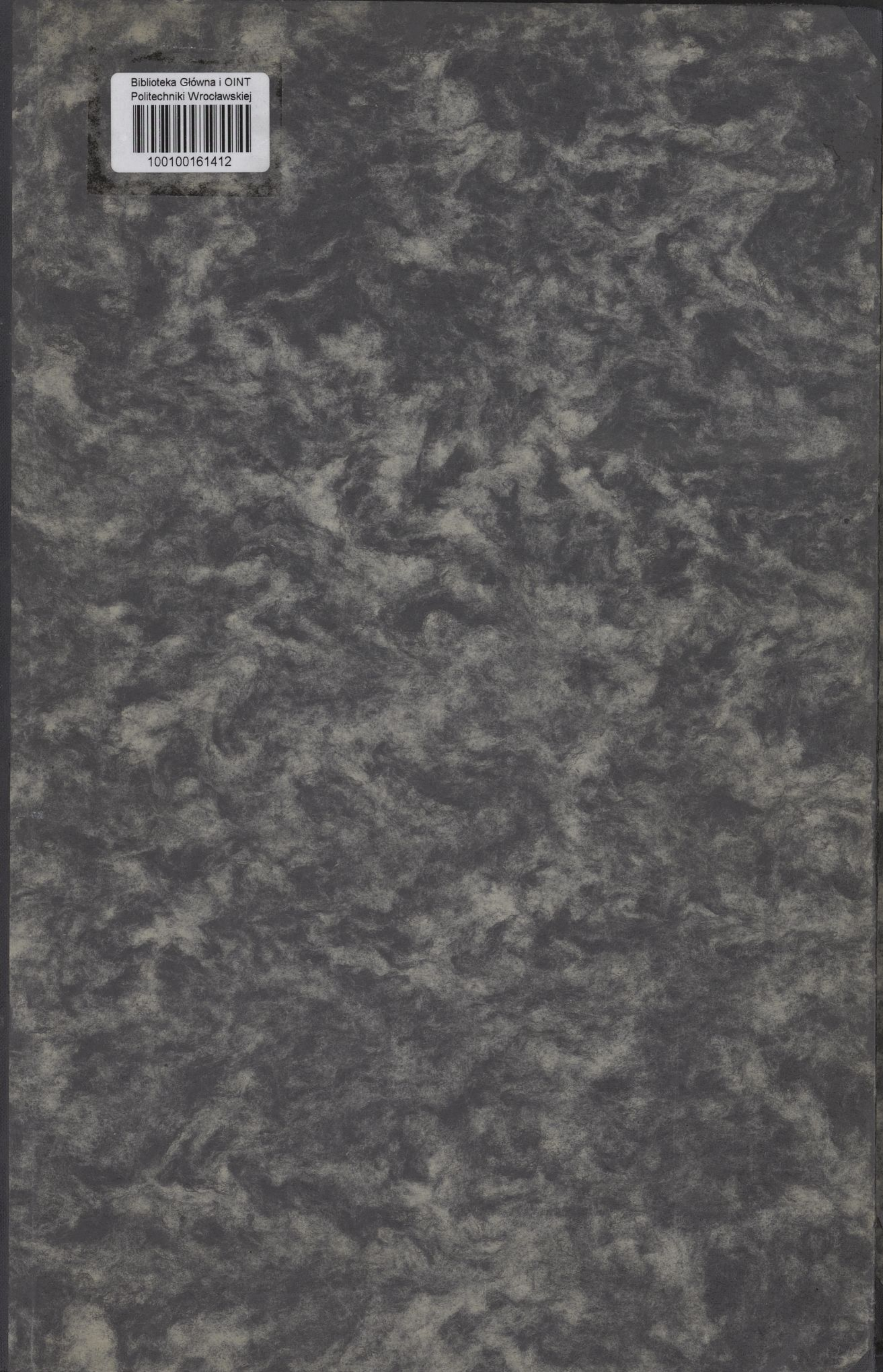
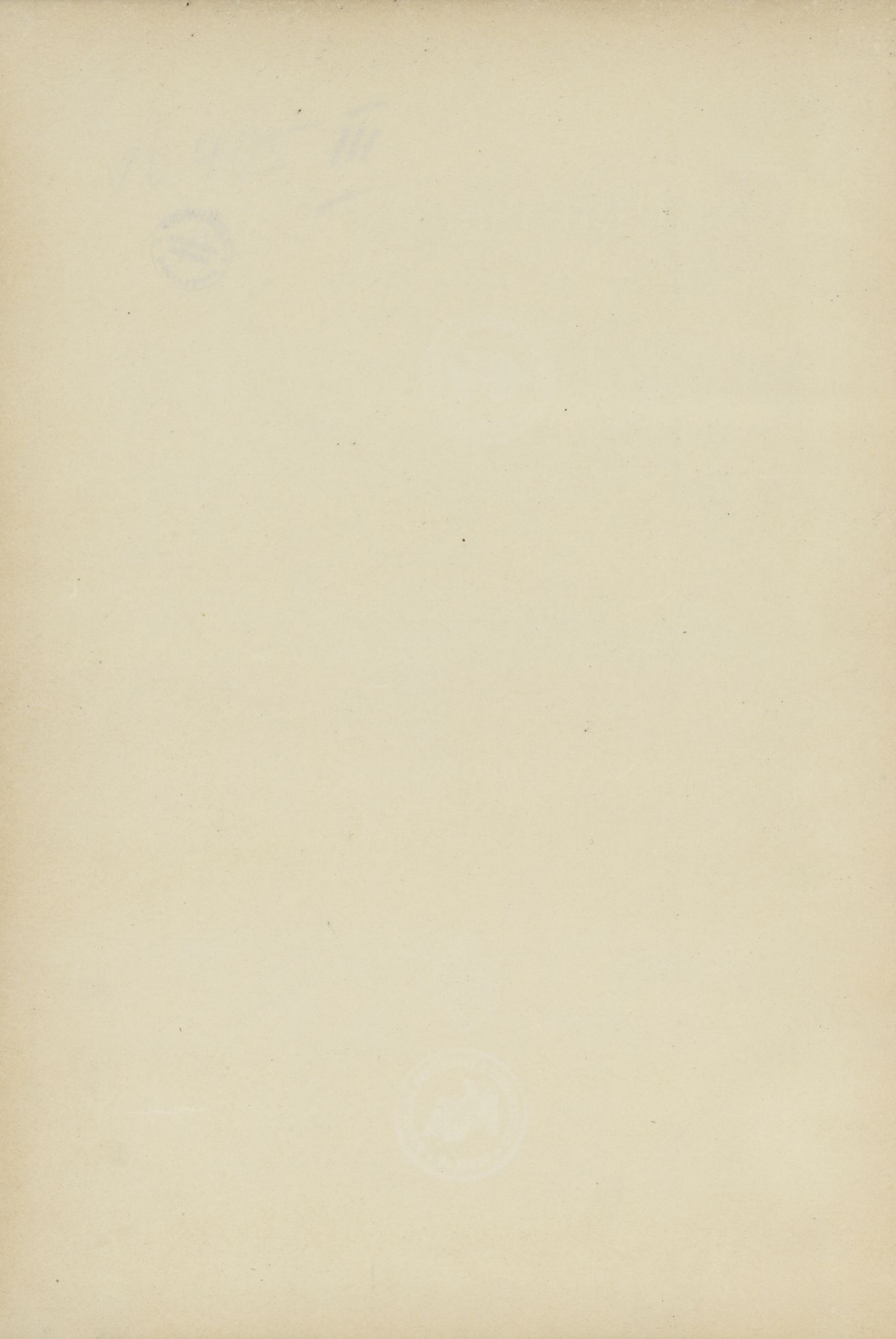

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej
100100161412



ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN

(HOCHBAUTEIL)

HERAUSGEGEBEN

IM

PREUSSISCHEN FINANZMINISTERIUM

SCHRIFTLEITER:

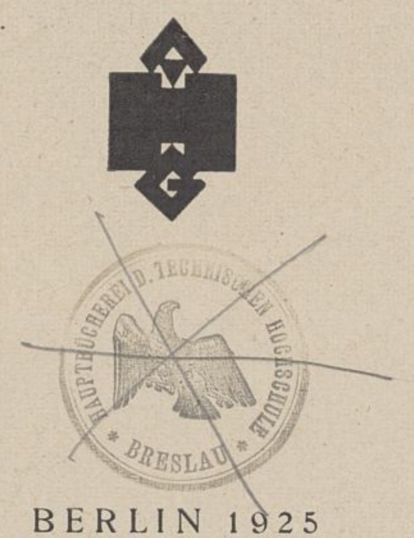
RICHARD BERGIUS UND Dr.-Ing. **NONN**

---

75. JAHRGANG 1925

MIT VIER EINLEGETAFELN UND ZAHLREICHEN TEXTABBILDUNGEN





BERLIN 1925

VERLAG VON GUIDO HACKEBEIL A.-G.

Inhalt des fünfundsiebzigsten Jahrganges

Hochbauteil

Seite



Druck: Guido Hackebeil A.-G., Berlin S 14, Stallschreiberstr. 34/35



Abb. 1. Hauptansicht an der Mühlenstraße, Blickpunkt B (Tafel 1, Abb. 7).

Der Neubau des Land- und Amtsgerichtsgebäudes in Düsseldorf.

(Hierzu 1 Tafel.)

Auf dem Gelände des in der Altstadt Düsseldorfs gelegenen Neubaues für die Zivilabteilungen des Landgerichts und Amtsgerichts erhob sich früher das 1766 von dem Baumeister Kaes errichtete Statthalterpalais des Herzogtums Jülich, Cleve u. Berg. (Abb. 2 u. 3.) Seit dem Uebergang der Rheinlande an Preußen diente es als Präsidialgebäude der Regierung. Schinkel hat ihm einen schönen Festsaal gegeben. (Abb. 3.) Bei Beginn des Neubaues mußte das unter Denkmalschutz stehende Gebäude leider niedergelegt werden. Der architektonisch besonders bemerkenswerte Mittelteil der Straßenseite (Abb. 3) ist erhalten und in dem Innenhof III des Gebäudes wieder errichtet worden, von dessen Flurfenstern er in allen Geschossen sichtbar ist. (Tafel 1, Abb. 1 und 5.)

Das vorgenannte Gelände ging 1912 in den Besitz des Justizfiskus über, als infolge der Entwicklung Düsseldorfs von der Kunst- und Gartenstadt zum Industrieverwaltungsmittelpunkt des Niederrheins die Errichtung eines neuen Geschäftsgebäudes für die erheblich angewachsene Justizbehörde zur Notwendigkeit wurde. In ihm sollten — getrennt von der im alten Justizgebäude am Königsplatz verbleibenden Strafjustiz — die Zivilabteilungen des Land- und Amtsgericht Unterkunft finden. Grundriß und Schaubild des im Ministerium der öffentlichen Arbeiten im Jahre 1911 aufgestellten, von der Akademie des Bauwesens beurteilten Vorentwurfs sind im Zentralblatt der Bauverwaltung (Jahrgang 1912 S. 21, 22) abgebildet.

Als die Bauausführung nach diesen Plänen bereits in Angriff genommen war, stellte sich heraus, daß der geplante Bau den Raumbedarf der Behörde infolge des inzwischen durch die Niederlassung einer Reihe großer Industriekonzerne gewaltig angewachsenen Geschäftsverkehrs nicht zu decken vermochte. Das Grundstück mußte durch Ankauf einer Reihe von Häusern an der Liefergasse vergrößert werden, so daß es nunmehr von drei Straßen: der Neubrückstraße, Mühlenstraße und der Liefergasse eingefaßt wird. (Tafel 1, Abb. 7.)

Vor Inangriffnahme der Planbearbeitung trat der Bauleiter an die Stadtgemeinde heran, der damals gerade die Ergebnisse eines Wettbewerbs zur Erlangung eines neuen Bebauungsplanes Groß-Düsseldorfs unter Einschluß einer Umgestaltung der hygienisch sehr verbesserungsbedürftigen Altstadt vorlagen, um den Neubau mit den etwa bestehenden städtebaulichen Absichten der Gemeinde in Einklang zu bringen. Die Bauverwaltung erklärte sich bereit, das Gelände gegenüber der prächtigen, 1672—79 errichteten ehemaligen Jesuitenkirche (der jetzigen St. Andreaspfarrkirche) mit seinem alten Baumbestande von der Bebauung freizulassen und hier als Ersatz für den früher von der Stadt zur Bebauung freigegebenen Friedrichsplatz einen neuen Platz zu schaffen. Die alsdann an diesem Platze entstehende Gebäudeecke sollte im Hinblick auf den vom Hindenburgwall her zu erwartenden stärksten Verkehr unter architektonischer Hervorhebung den Haupteingang erhalten. An eine solche Lösung der Bauaufgabe, die aus verkehrstechnischen, städtebaulichen und architektonischen Gründen zweckmäßig gewesen wäre, und die die Andreaskirche an dem entstehenden Platze hervorgehoben haben



Abb. 2. Altes Präsidialgebäude, Ansicht.



Abb. 3. Altes Präsidialgebäude, Mittelbau.

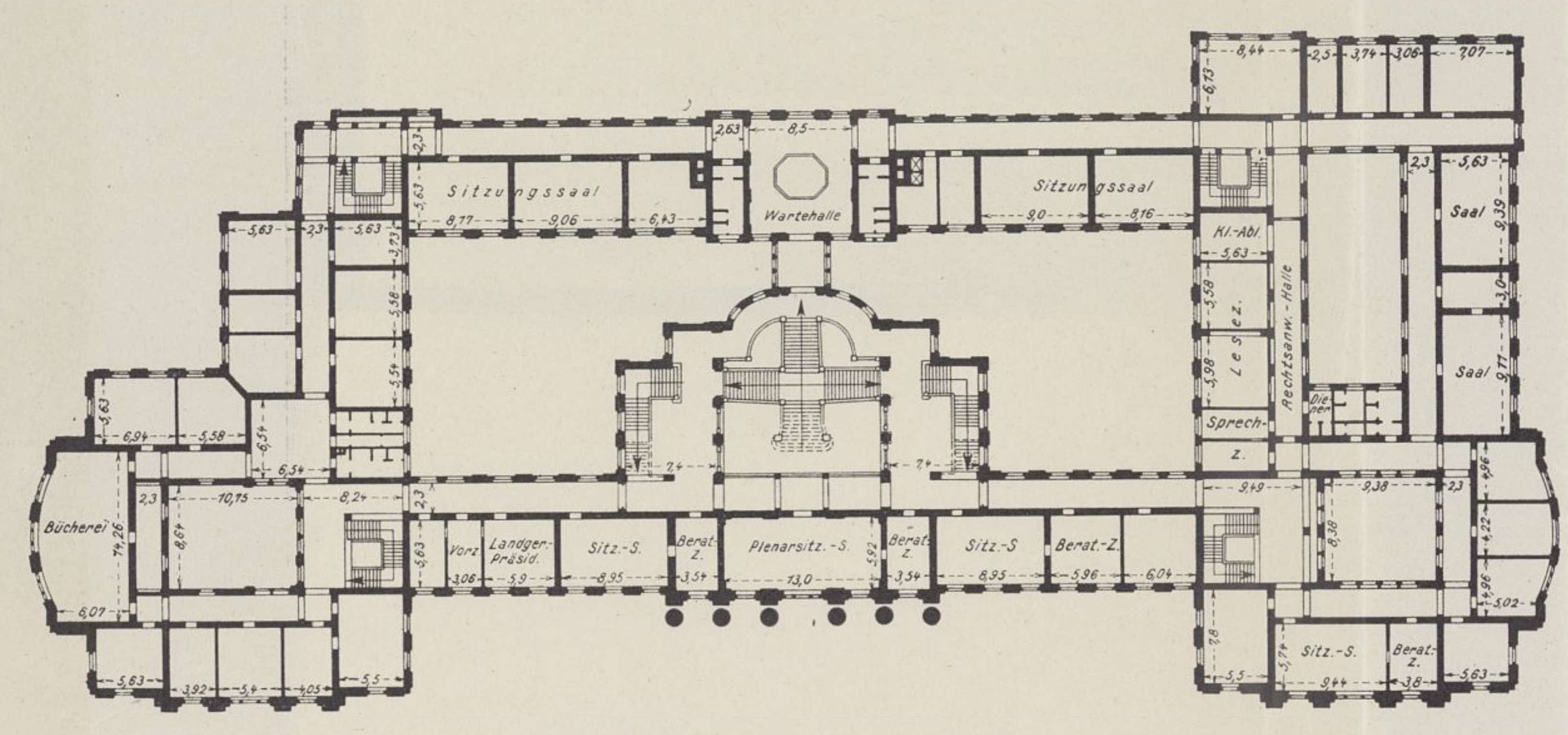
würde, knüpfte die Bauverwaltung die Bedingung, daß die Stadt ihr für etwa abzutretende, in das Straßen- und Platzland fallende Grundstückteile entsprechendes, weniger wertvolles Hinterland übereigne. Die Erfüllung dieser Forderung konnte der Stadt Schwierigkeiten nicht bieten, weil das Hinterland größtenteils in ihrem Besitze stand oder aber damals ohne wesentliche Kosten zu erwerben war. Die Stadt ist auf dieses Angebot nicht eingegangen. Dadurch wurde eine günstige Ausnutzung des nicht allzu großen Geländes unter würdiger Gestaltung der Hauptschauseite an der Mühlenstraße zur Notwendigkeit, wobei zugleich auf die Möglichkeit einer günstigen Erweiterung Bedacht zu nehmen war.

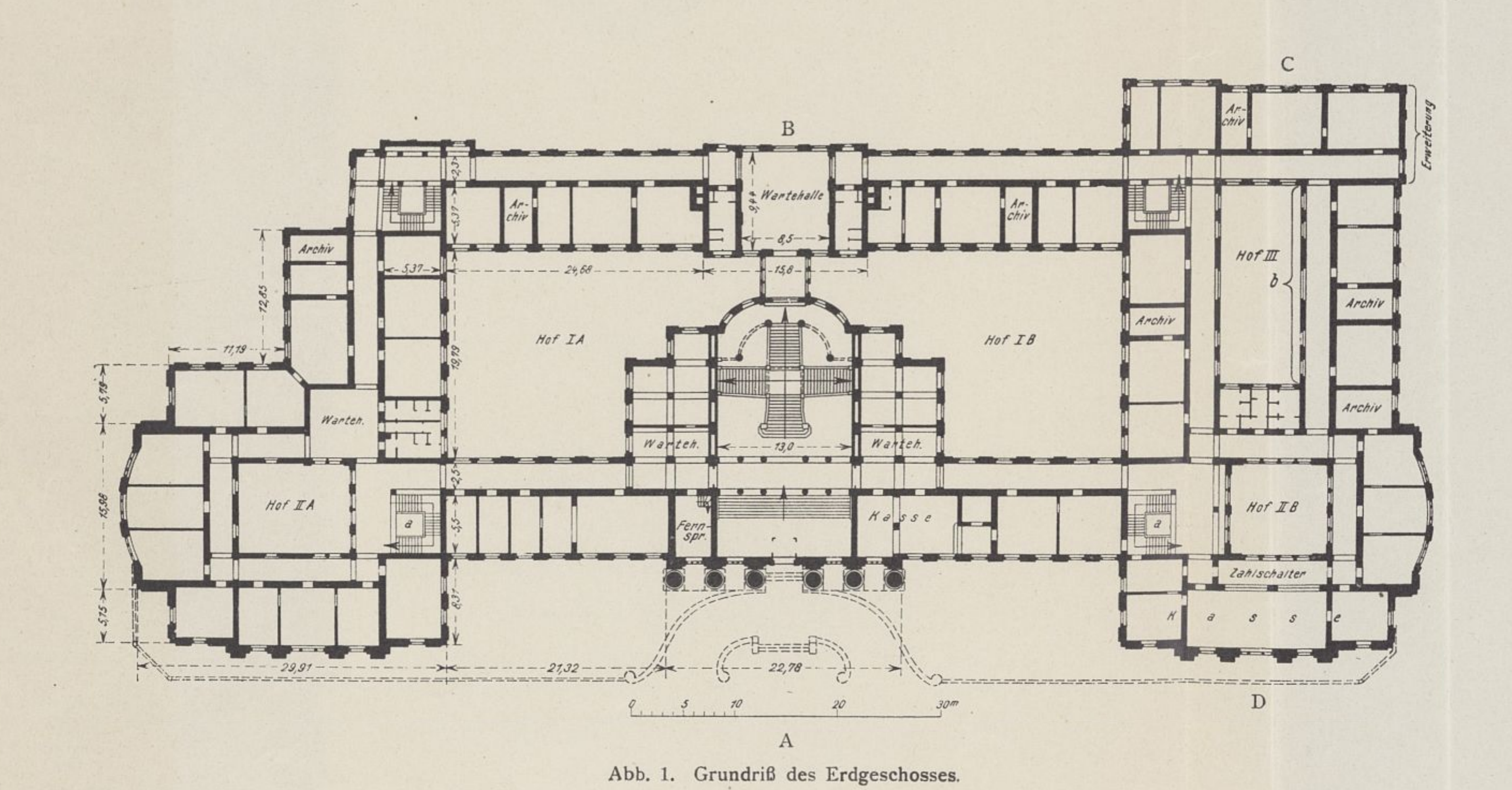
Das vergrößerte Raumprogramm führte zu einer völligen Umgestaltung der Pläne (Tafel 1, Abb. 1 bis 7) unter Beibehaltung des früheren Grundgedankens der architektonischen Gestaltung: zweier stark in die Mühlenstraße vorspringender Bauteile und eines zurückstehenden, einen Ehrenhof freilassenden Zwischenhauses, dessen Mitte mit dem Haupteingang durch einen figurengekrönten, risalitartig vorgezogenen Säulenvorbau besonders hervorgehoben wird. Die auf diese Weise entstehende platzartige Erweiterung der Mühlenstraße war aus dem Gedanken geboren, dem ganzen Gebäude eine groß-

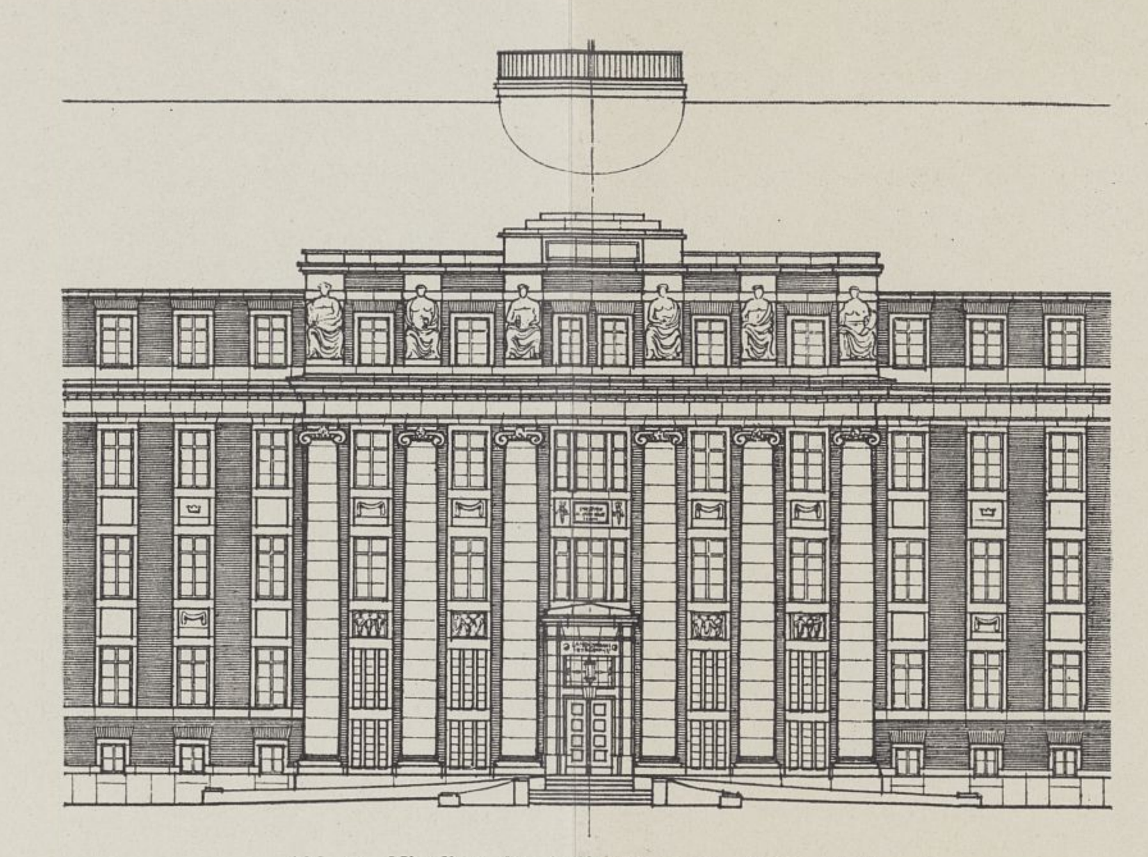


Abb. 4. Altes Präsidialgebäude, Festsaal. (Schinkel.)

Neubau des Land- und Amtsgerichtsgebäudes in Düsseldorf.


Abb. 2. Grundriß des I. Obergeschosses.


Abb. 1. Grundriß des Erdgeschosses.


Abb. 3. Mittelbau der Ansicht nach der Mühlenstraße.

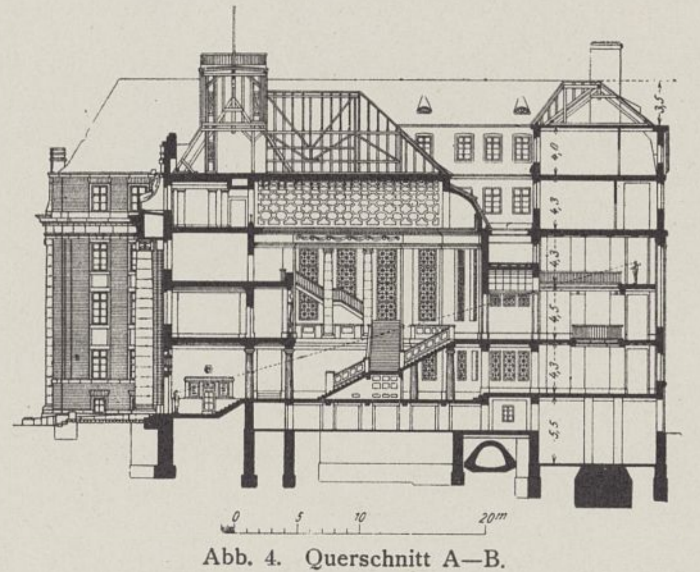
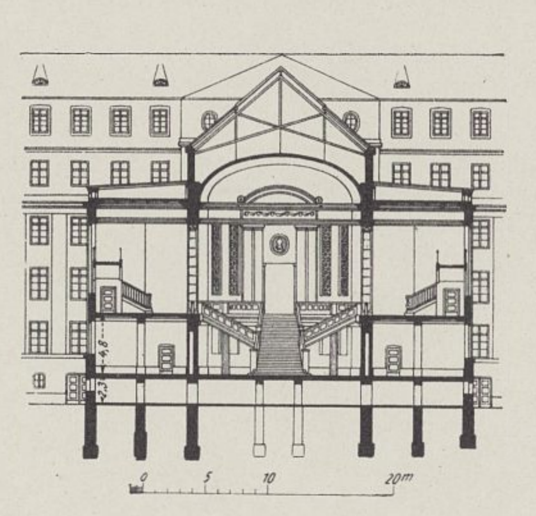

Abb. 4. Querschnitt A—B.


Abb. 5. Querschnitt C—D.


Abb. 6 Schnitt durch die Haupttreppe.

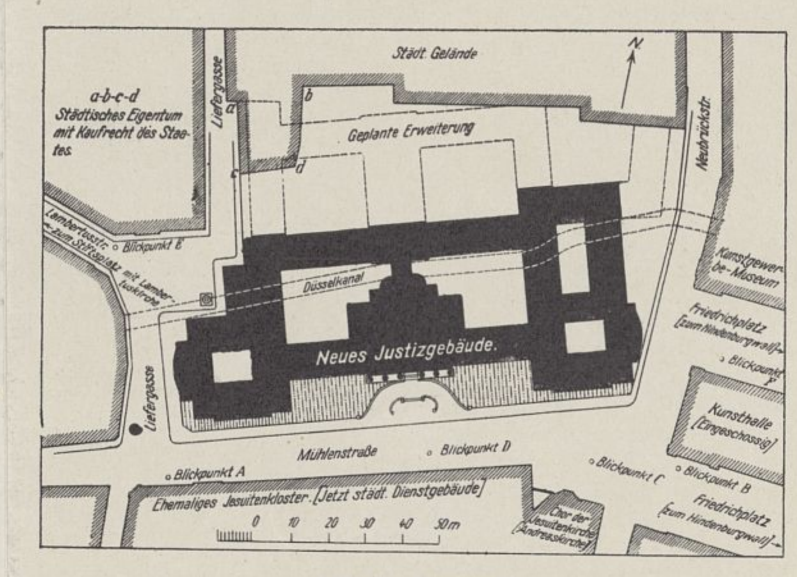


Abb. 7. Lageplan.

Verlag von Guido Hackebeil A.-G., Berlin S 14.

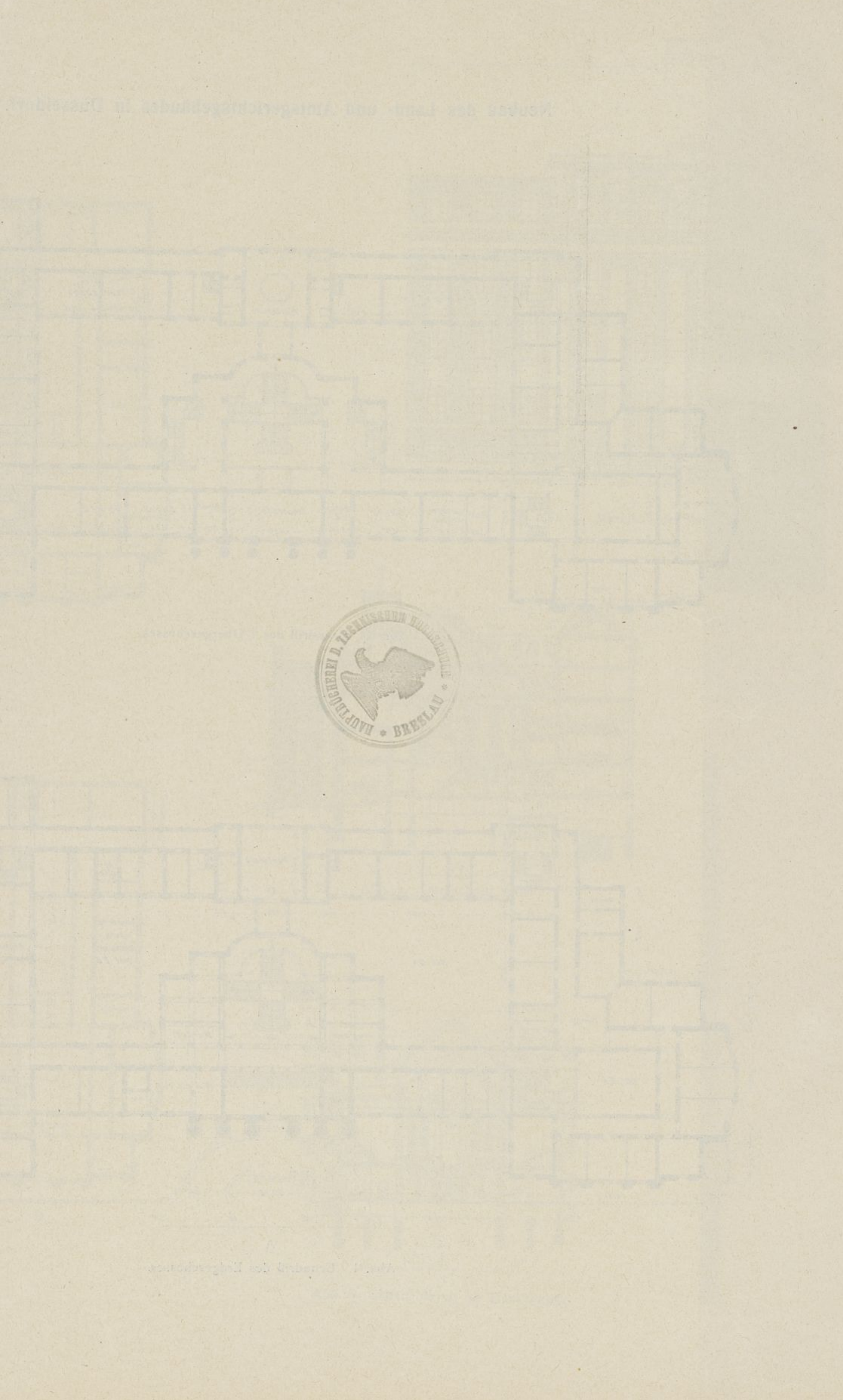




Abb. 5. Hauptansicht an der Mühlenstraße, Blickpunkt A. (Tafel 1, Abb. 7).

zügige raumplastische Erscheinung und den an der Straße gelegenen Geschäftsräumen bei der geringen Breite der Mühlenstraße (rd. 15 m) und der Höhenentwicklung des Gebäudes (20,20 m bis zum Traufgesims), sowie der Höhe des gegenüberliegenden ehemaligen Wohngebäudes des Jesuitenklosters (jetzt städtisches Verwaltungsgebäude) eine gute Belichtung zu sichern. (Abb. 29 u. 30.) An der Einmündung der Lambertusstraße in die Liefergasse ist ein kleiner Platz geschaffen worden, der einen Brunnen erhalten sollte, dessen Ausführung späterer Zeit vorbehalten bleiben muß. (Tofel 1, Abb. 7 u. Abb. 8.)

Der dem Grundstück nahegelegene schönste Teil Alt-Düsseldorfs, die alte, in Backsteinen errichtete Lambertuskirche und die den anliegenden Stiftsplatz einfassenden alten Backsteinhäuser gaben die Anregung, das Justizgebäude in niederrheinischer Art mit Klinkerverblendung unter Verwendung von Werkstein in klassizistischen Formen zu errichten. (Abb. 1, 5 bis 7.) Sämtliche Straßenseiten des Gebäudes sind mit bis zur Sinterung gebrannten niederrheinischen Klinkern verblendet, deren Farbe vom hellen Rot bis in fast schwarzes Violett spielt. In buntem Farbenwechsel sind die Klinker vermauert; besonderer Wert wurde auf den Verband des Klinkermauerwerks gelegt. Um die Zahl der Stoßfugen zur Erreichung einer ruhigen Flächenwirkung möglichst zu verhindern, sind vorwiegend Läufer, mit wenigen, in jede zweite Schicht unregelmäßig eingestreuten Bindern (¾-Steine) verwendet. (Abb. 7 u. 8.) Das Einbinden der Hintermauerung ist durch die wechselweise Verwendung von Riemen (25×6, 5×6,5) und Normalformat erreicht. Die Klinkerpilaster sind mit Schwellung gemauert. Ihre Ausladung ist unter dem Hauptgesims ¼ Stein geringer als am Sockel. Die Klinkerverblendung hat eine etwas vertieft liegende, schwarze Fugung erhalten, weil eingehende Versuche an Probeflächen ergaben, daß diese eine ruhige monumentale Flächenwirkung der Klinkerverblendung hervorbrachte und vor allen Dingen die reiche Farbenwirkung der Steine in ursprünglicher Pracht erhielt, während eine weiße Fugung die Farben milderte und die Klinkerflächen auf weite Entfernung grau erscheinen ließ.

Sockel, Säulen, Pilaster, Gesimse, Fenstergewände, Sohlbänke und Brüstungen sind in zusammengefaßten Werksteinflächen in blauem Kirchheimer Muschelkalk hergestellt; dessen Farbe mit den Klinkertönen harmonisch zusammengeht. (Abb. 1 und 5 bis 11.)

Besondere Hervorhebung durch vorwiegende Werksteinverwendung und durch plastischen Schmuck in Werkstein haben der Säulenvorbau vor dem in der Mitte der Anlage liegenden Haupteingang und die Risalite der in der Mühlenstraße vorspringenden Bauteile erhalten. (Abb. 1, 5, 6 und 9 bis 11.)

Ueber den Säulen des Mittelbaues mit 1,42 m unterem und 1,26 m oberem Durchmesser sind 6 von dem Bildhauer, Akademieprofessor Hubert Netzer, Düsseldorf, geschaffene Monumentalfiguren angebracht, die in sitzender Stellung 3 m hoch sind und die Haupttugenden darstellen. (Abb. 1, 5, 6, 9 u. 10.) Unter den Brüstungen der Fenster des ersten Obergeschosses des Säulenvorbaues sind vier Reliefs — zu je zweien gute und böse menschliche Eigenschaften darstellend — angeordnet, die Professor Coubillier, Düsseldorf, schuf. Vom letzteren stammen auch die „Krieg" und „Frieden" versinnbildlichenden Reliefs unter den Fensterbrüstungen in den Mittelachsen der Risalite der vorspringenden beiden Gebäudeteile. Die über den Werksteinpilastern dieser Risalite angeordneten „Rechtsgelehrte und Weise des Altertums" darstellenden Köpfe hat der Bildhauer Fleischhacker aus Düsseldorf modelliert.



Abb. 6. Hauptansicht, Mittelbau, Blickpunkt C. (Tafel 1, Abb. 7.)



Abb. 7. Ansicht von der Neubrückstraße, Blickpunkt F. (Tafel 1, Abb. 7.)

Für die Wahl des Architekturmaßstabes waren die wuchtigen Formen der dem Gebäude in der Mühlenstraße gegenüberliegenden Jesuitenkirche maßgebend. Das Hauptgesims des Neubaues ist zwischen dem 2. und 3. Obergeschoß angeordnet, um den Eindruck der Höhe des Gebäudes herabzumindern, der Kirche nicht zu schaden und die breite Lagerung des Gebäudes zu unterstützen.

Das mit einer 127 m langen Hauptfront an der Mühlenstraße und den je rd. 50 m langen Nebenfronten an der Liefergasse und der Neubrückstraße gelegene, bis zum Traufgesims 20,20 m hohe Gebäude gruppiert sich um zwei größere und drei kleinere Innenhöfe. Für eine künftige Erweiterung um einen weiteren parallel zur Mühlenstraße verlaufenden, rückwärtigen Flügel steht der große freie Hof hinter dem jetzigen Gebäude zur Verfügung. Das neue Gebäude besteht aus einem Sockelgeschoß, dessen Fußboden wegen der Hochwassergefahr in Höhe der Straßenkrone liegt, Erdgeschoß und drei Obergeschossen in den an den Straßen gelegenen, hingegen vier Obergeschossen in den den Hofseiten zu gelegenen Flügeln.

Abgesehen von dem 4,50 m hohen I. Obergeschoß sind die Stockwerke 4,30 m von Fußboden zu Fußboden und 4,00 m im IV. Obergeschoß hoch.

Das Sockelgeschoß, in dem auch der tiefer gelegene Heizkeller angeordnet ist, dient zur Unterbringung der Akten. In ihm befinden

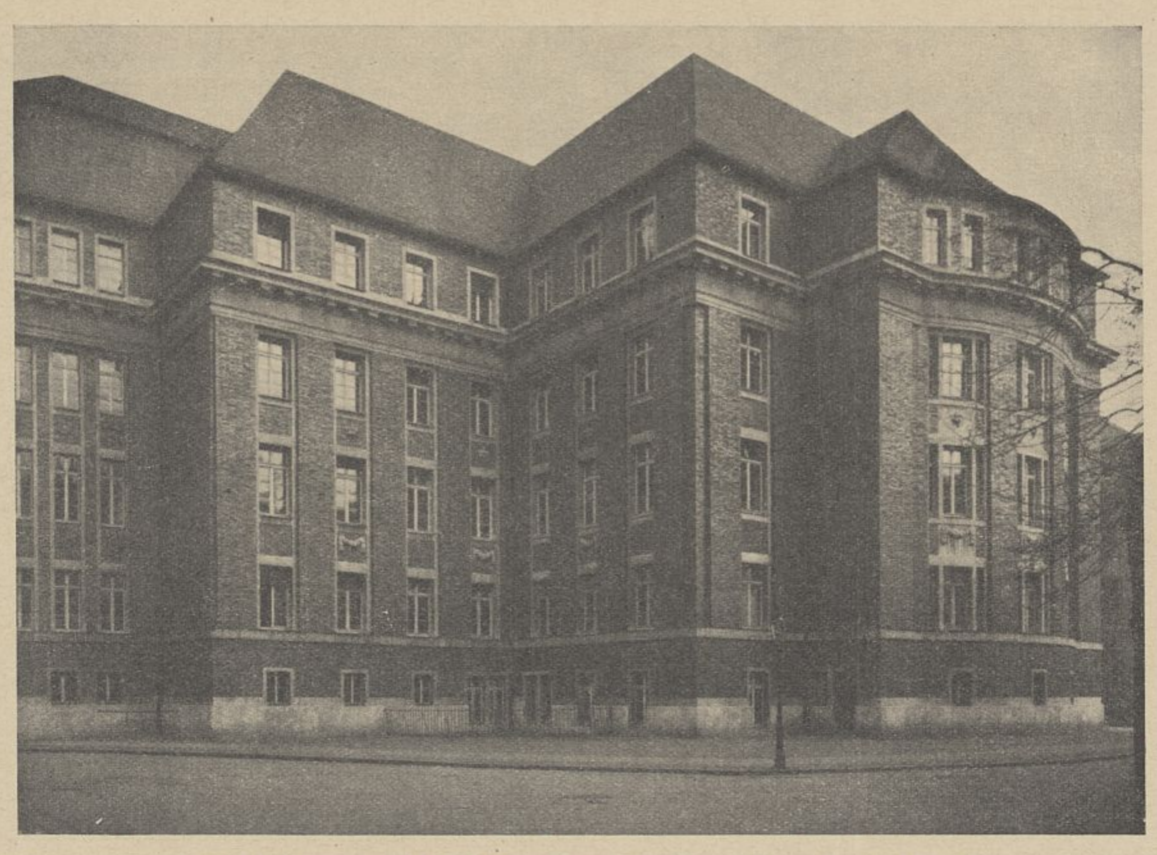


Abb. 8. Ansicht von der Liefergasse, Blickpunkt E. (Tafel 1, Abb. 7.)

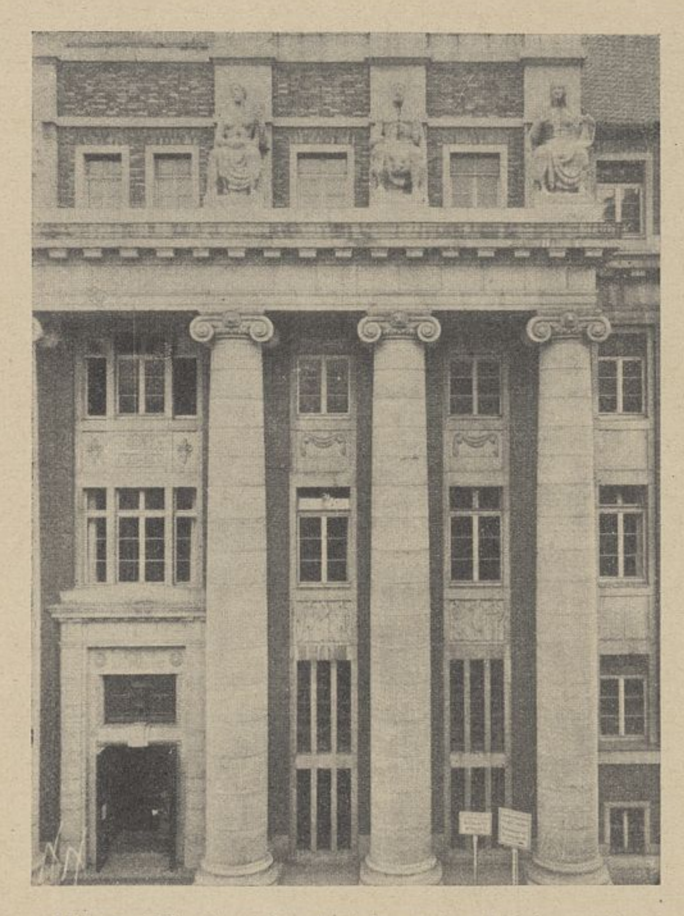


Abb. 9. Mittelbau der Ansicht an der Mühlenstraße.



Abb. 10. Entwurfsskizze für den Mittelbau.

sich auch die Dienstwohnungen des Hausmeisters und des Heizers und zwei später eingebaute Notwohnungen für Justizwachtmeister. Im Erdgeschoß sind die besonders starken Verkehr aufweisenden Dienststellen, die Kasse und die Kassenverwaltung, die Grundbuchabteilungen, Anmeldestuben, die Rechtshilfeabteilungen, die Gerichtsvollzieherverteilungsstelle und die Botenmeisterei untergebracht. Im I. Obergeschoß liegen außer dem hinter dem Säulenvorbau angeordneten Plenarsitzungssaal 4 Sitzungssäle des Landgerichts mit Beratungszimmern, 5 Sitzungssäle des Amtsgerichts, die Bibliothek, die Rechtsanwaltshalle und die Präsidialabteilung des Landgerichts. Das II. Obergeschoß enthält 4 weitere Sitzungssäle des Amtsgerichts, im übrigen Geschäftszimmer, von denen ein Teil nachträglich zu einer Notwohnung für den Landgerichtspräsidenten eingerichtet wurden. Das III. und IV. Obergeschoß weisen vorwiegend Geschäftszimmer mit geringem Publikumverkehr auf. Nachträglich sind in das IV. Obergeschoß sechs Notwohnungen für Justizbeamte eingebaut worden. Insgesamt weist das Haus 14 Sitzungssäle und Geschäftszimmer für neun Zivilkammern und sieben Kammern für Handelssachen des Landgerichts und dessen Präsidialabteilung sowie für 40 Abteilungen des Amtsgerichts (darunter sechs Grundbuchabteilungen), für die Kassenverwaltung und die Amts- und Rechtsanwaltschaft auf.

Das Haus besitzt einen Haupteingang an der Mühlenstraße und je einen Nebeneingang an der Liefergasse und der Neubrückstraße. Der Verkehr von Geschoß zu Geschoß vollzieht sich durch das Haupttreppenhaus und vier Nebentreppenhäuser.

Der in der Mittelachse des Gebäudes gelegene Haupteingang (Abb. 9, 10 u. 11.) führt durch das Vestibül in das architektonisch besonders durchgebildete, durch die vier Geschosse gehende Haupttreppenhaus. (Tafel 1 u. Abb. 12 bis 20.) Dieses soll gleichzeitig für das Strafgericht dienen, dessen Errichtung im Anschluß an den Neubau, und zwar in der Hauptgebäudeachse an der hinteren Wartehalle ins Auge gefaßt ist. Während seine Ausdehnung in der Breite nicht beschränkt war, wurde die bei der Neubearbeitung der Pläne beabsichtigte größere Tiefenausdehnung dadurch behindert und unmöglich gemacht, daß die Ausführung nach den ursprünglichen Plänen mit einer durch einen niedrigen Verbindungsbau mit dem Haupttreppenhaus verbundenen, im rückwärtigen Flügel angeordneten Wartehalle bereits im Gange war. Dazu kam noch, daß die Justizbehörde die über der hinteren Wartehalle im III. und IV. Obergeschoß angeordneten Geschäftszimmer nicht verlieren wollte.

Daher tauchte der Gedanke auf, die Raumtiefe teils wirklich, teils scheinbar zu vergrößern. Die wirkliche Vergrößerung wird durch Hinzuziehung des Vestibüls und der hinteren Wartehalle (Abb. 17) zum Haupttreppenhaus erreicht, die scheinbare durch eine Reihe von architektonischen Hilfsmitteln. Der Mittellauf der vom Erdgeschoß zum I. Obergeschoß führenden Haupttreppe ist perspektivisch gestaltet, indem er vorn an seinem Antritt eine um 1,10 m größere Breite erhalten hat als hinten an seinem Austritt in das I. Obergeschoß. Die raumvertiefende Wirkung dieser Gestaltung wird durch Pfosten unterstützt, die in den Treppenbrüstungen am Antritt des Treppenlaufes, auf dem Zwischenpodest und am Austritt angeordnet sind und als hintereinander liegende Blickpunkte dienen. Die Oeffnungen zwischen Haupttreppenhaus und Verbindungsbau sowie zwischen Verbindungsbau und hinterer Wartehalle wurden so hoch



Abb. 11. Haupteingang an der Mühlenstraße, Blickpunkt D. (Tafel 1, Abb. 7.)

Abb. 12 Haupttreppenhaus, Aufgang.

Abb. 13. Haupttreppenhaus, Blick nach dem Eingang.

ausgeführt, daß die im Erdgeschoß in das Haus am Haupteingang in das Vestibül Eintretenden durch die ganze Tiefe des Hauses bis auf die Rückwand der hinteren Wartehalle hindurch sehen können und in der hinteren Wartehalle die diese im II. Obergeschoß durchschneidende, auf vorgekragten Konsolen ruhende Flurverbindung erblicken. Dadurch ergibt sich ein Tiefblick von 39 m Länge. (Tafel 1, Abb. 4 und Abb. 12.) Die Blicklinie wird kulissenartig nacheinander durch die Säulenarkaden des Vestibüls, die Pfosten auf der Treppe, das Abschlußportal des Haupttreppenhauses zum Verbindungsbau und die Umrahmung der Oeffnung zwischen Verbindungsbau und hinterer Wartehalle unterbrochen, und die Folge dieser Kulissen vertieft für das Auge scheinbar den Raum. Auch die getroffenen Beleuchtungsverhältnisse bei Tageslicht verstärken durch Wechsel von Hell und Dunkel die Tiefenwirkung. Auf das helle Vestibül folgt die doppelte Säulenreihe mit dunkler Decke, auf diese wieder der hell erleuchtete Hauptraum des Treppenhauses, dann der nur spärlich erhellte Verbindungsbau mit absichtlich dunkel behandelter Decke und endlich die durch große Fenster wiederum hell belichtete hintere Wartehalle. Endlich wird die Tiefenwirkung des Haupttreppenhauses auch durch seine architektonische Gestaltung: durch die den Hauptraum abschließenden Säulen und Pfeilerstellungen, durch die elliptische Nische, die Gesimslinien und die Fucht der Kassetten und Rosetten in der Decke unterstützt. (Abb. 20.)

Auf eine Vergrößerung der Tiefenwirkung durch architektonische Hilfsmittel wurde nicht nur in der Blickrichtung des Eintretenden Bedacht genommen; auch in umgekehrter Sehrichtung vergrößert sich das Haupttreppenhaus scheinbar für den Betrachter, der in Höhe des Fußbodens des I. Obergeschosses am Austritt des Haupttreppenlaufes steht. Hier sind die das Haupttreppenhaus durchschneidenden Flure terrassenförmig zurückgesetzt. (Tafel 1, Abb. 4 und Abb. 13 u. 14.) Im III. Obergeschoß erweitert sich der Flur in der Hauptsache in 5,34 m Breite zu einer Wartehalle, deren Decke dieselbe Ausbildung erhalten hat wie die des Haupttreppenhauses. (Abb. 18.) Das Ende dieser Decke ist für den am Austritt des Haupttreppenlaufes Stehenden nicht sichtbar, so daß auch dadurch die Raumtiefe scheinbar vergrößert wird. (Abb. 14.)



Abb. 14. Haupttreppenhaus, erster Stock.



Abb. 15. Haupttreppenhaus, Ansicht der steinernen Geländer.



Abb. 16. Haupttreppenhaus, Obergeschoß.



Abb. 17. Hintere Wartehalle.



Abb. 18. Wartehalle im III. Obergeschoß.



Abb. 19. Haupttreppenhaus, Obergeschoß.

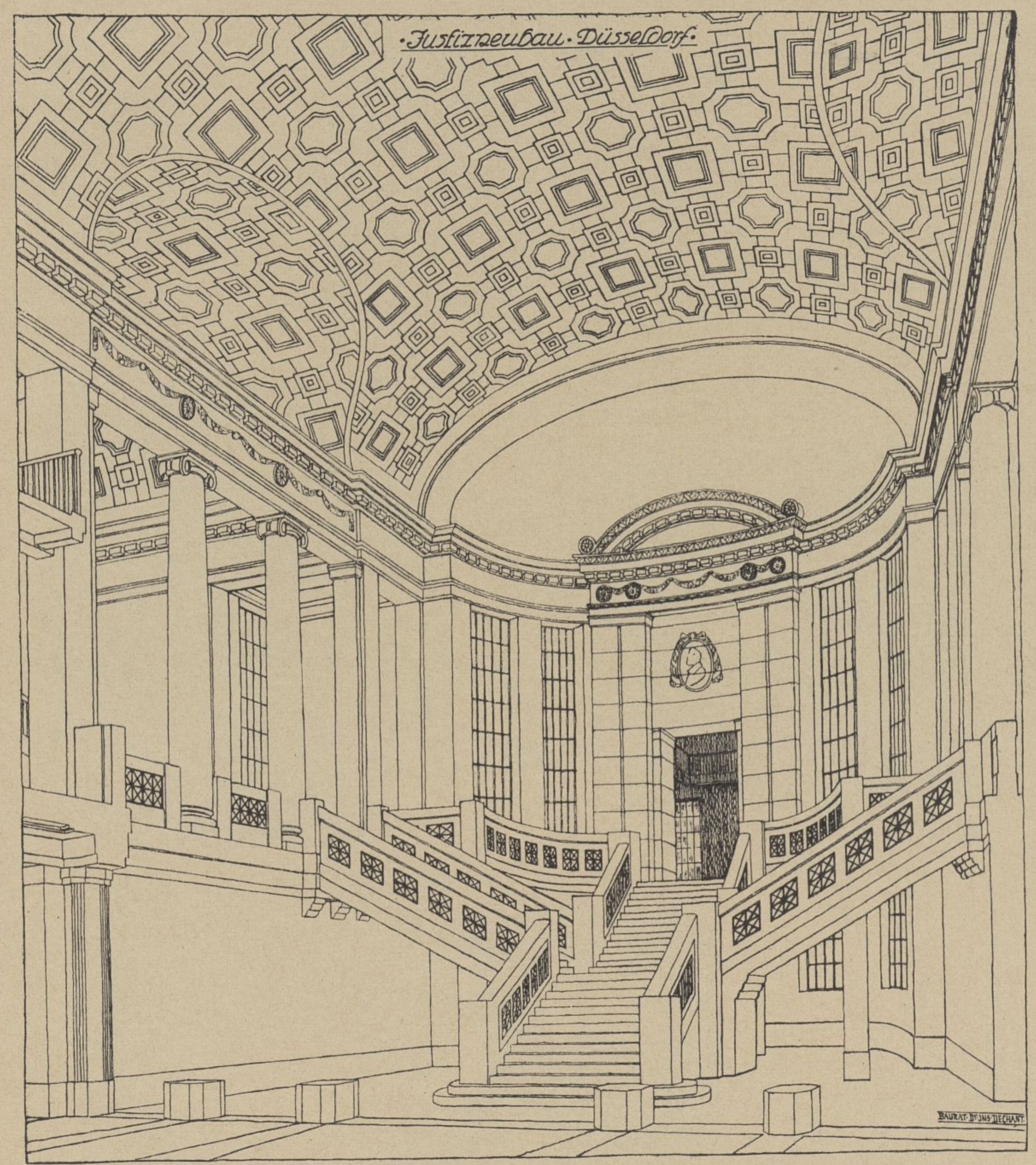


Abb. 20. Schaubild des Treppenhauses, Entwurf.

Die Säulen des Treppenhauses sind in mattpoliertem, gelbem, in seiner Farbenpracht dem Siena-Marmor gleichendem deutschen Travertin aus einem Bruche nahe Cannstatt bei Stuttgart ausgeführt. (Abb. 13.) Die beabsichtigte Verwendung dieses wirkungsvollen Materials zur Verkleidung der Architekturteile, Türumrahmungen und Treppenbrüstungen im Haupttreppenhause mußte infolge der durch den unglücklichen Ausgang des Krieges gebotenen Sparsamkeit unterbleiben. In Travertin sind außer den Säulen nur noch der von Prof. Hubert Netzer geschaffene Kopf der Justitia am Durchgangsportal zur hinteren Halle (Abb. 12) sowie der baldachinartige Vorbau vor dem Plenarsitzungssaale ausgeführt, dessen Hermen Prof. Coubillier gestaltet hat. (Abb. 13 u. 14.) Die Architekturteile des Haupttreppenhauses sind in abscharriertem Muschelkalksteinputz, die Brüstungen der Treppe in Kunstmuschelkalk, die Brüstungsfüllungen in Gußeisen hergestellt. (Abb. 15 u. 20 bis 23.) Das Geländer der vom I. bis II. Obergeschoß führenden Treppe hat gußeiserne Baluster erhalten. (Abb. 16 u. 24.) Die Wände des Haupttreppenhauses sind mit einem rauheren Putz versehen, der im Erdgeschoß grau, im I. und II. Obergeschoß in Lasurtechnik blau getönt ist. Den oberen Abschluß des Haupttreppenhauses bildet eine reiche, in Korbbogenform geführte Stuckdecke mit achteckigen, 10 cm tiefen Kassetten und Rosetten von rd. 40 cm Ausladung. (Abb. 18 u. 19.)

Von den 14 Sitzungssälen weist nur der Plenarsitzungssaal (Abb. 25 bis 28) eine reichere architektonische Durchbildung mit gemauerten Pilastern, reichem Deckengesims, Deckenrosetten und bemalten Holzbeleuchtungskörpern auf.

Die übrigen Säle und die Bibliothek haben nur einen rauhen Putzgrund sowie eine große unprofilierte Deckenvoute erhalten. Durch Architekturmalerei in teils rein klassizistischen, teils modernisierten — architektonischen und ornamentalen — Formen wurde eine

Abb. 21.
Gußeiserne Füllung der Brüstungen zwischen den Säulen im Haupttreppenhaus im I. Obergeschoß.

Abb. 23.
Gußeiserne Geländerstütze im III. Obergeschoß des Mittelbaues.

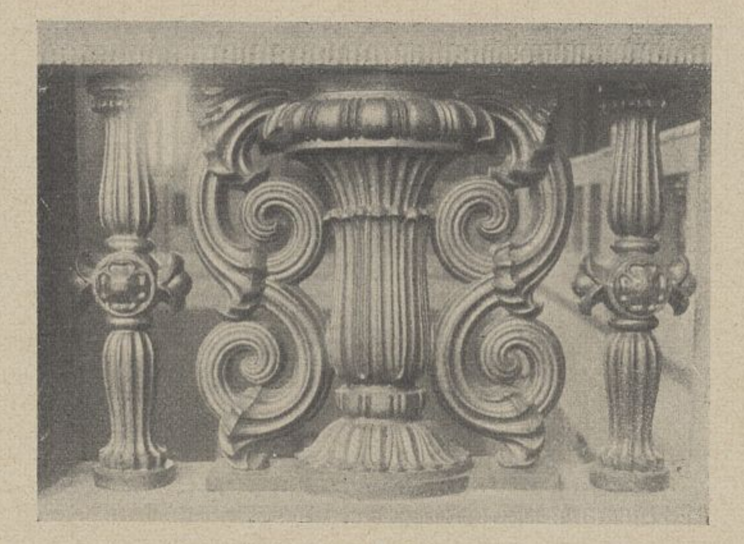


Abb. 21.

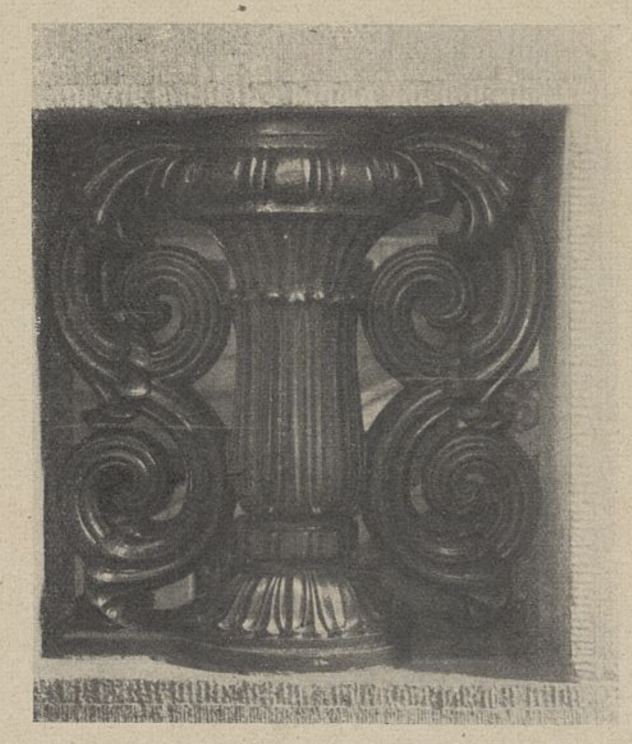


Abb. 22.

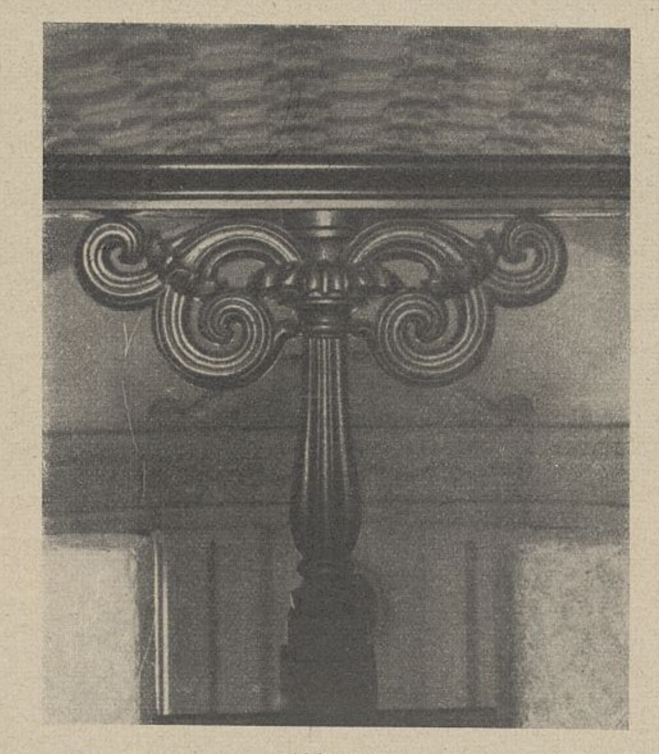


Abb. 23.

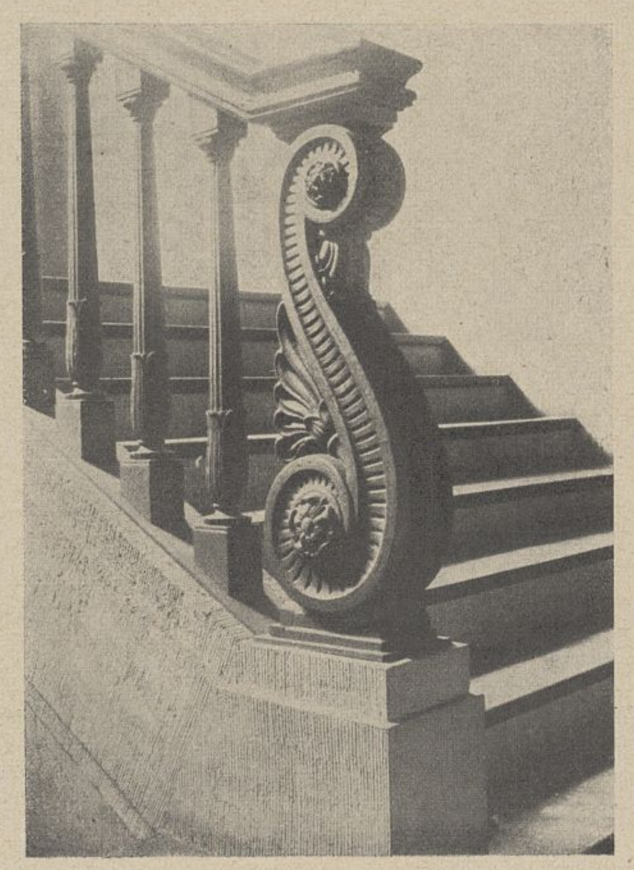


Abb. 22.
Gußeiserne Füllung der Brüstungen der Haupttreppe im I. Obergeschoß.

Abb. 24.
Gußeiserner Treppenanfänger im Mittelbau der Treppe im I. Obergeschoß.

Abb. 24.

Abb. 25. Plenarsitzungssaal.

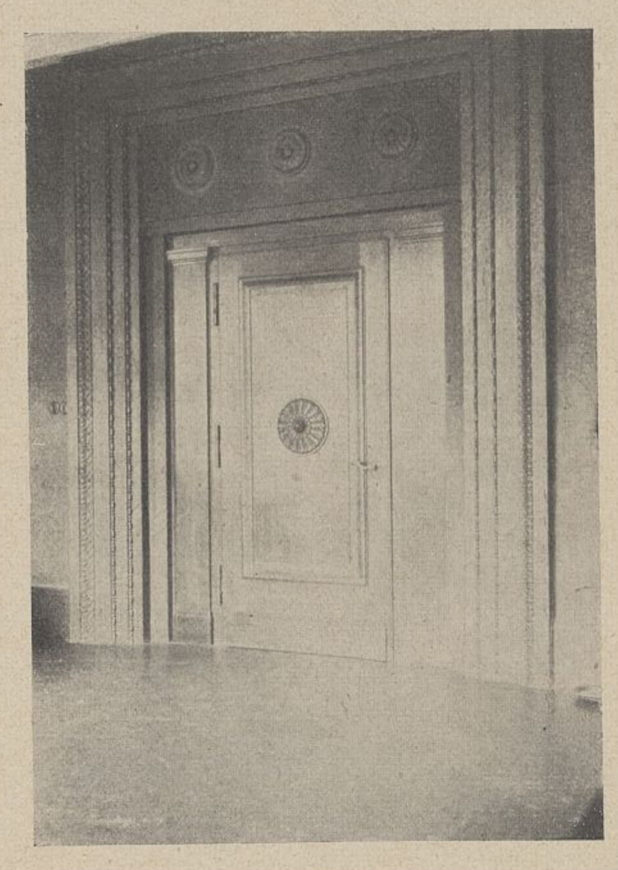


Abb. 26. Tür im Plenarsitzungssaal.

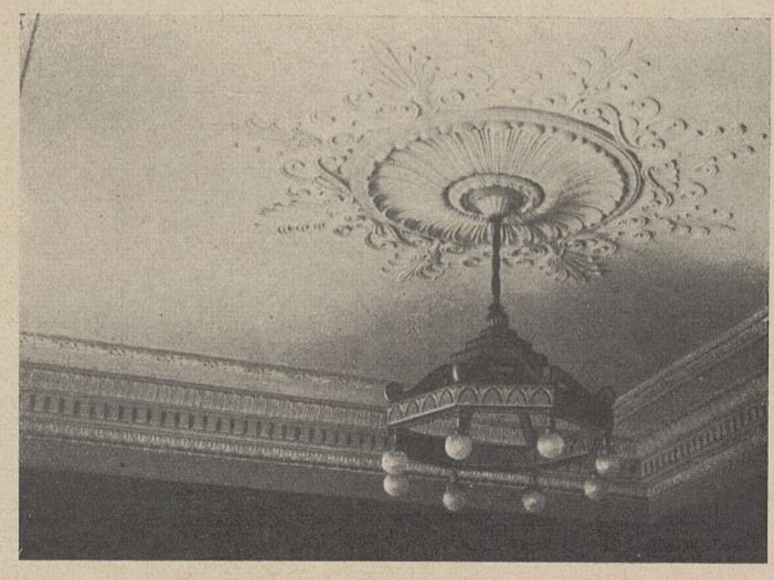


Abb. 27. Stuckdecke und Holz-Beleuchtungskörper im Plenarsitzungssaal.



Abb. 28. Sitzungstisch im Plenarsitzungssaal.



Abb. 29. Ansicht von der Mühlenstraße.

stark plastische Wirkung erzielt, so daß das Fehlen von Stuck- und Zieharbeit nicht entbehrt wird. Alle Säle sind in den Hauptfarben und in der architektonischen Durchbildung verschieden ausgeführt. Sie haben teils reich gemalte Decken und einfach behandelte Wände, teils reicher durchgebildete Wandaufteilung und einfache Deckenausbildung und endlich teils einfache Wand- und Deckenmalerei und reiche Ausmalung der Vouten erhalten. Bald sind Decken und Wände in der Farbe gleich, bald stehen sie im Gegensatz.

Die Ausstattung der Sitzungssäle, des Präsidentenzimmers, der Bibliothek, der Rechtsanwaltshalle sowie sämtliche Sessel und Stühle der Geschäftszimmer sind durch Handwerksbetriebe, alle übrigen Einrichtungsstücke durch die Arbeitsbetriebe von Strafanstalten der Umgegend ausgeführt worden.



Abb. 30. Ansicht von der Mühlenstraße mit Andreaskirche.

Das Mauerwerk, einschließlich der Hintermauerung der Klinkerverblendung ist in Ziegeln mit hydraulischem Mörtel hergestellt. Um Ausblühungen der Klinkerverblendung nach Möglichkeit auszuschließen, wurde für den Mörtel der Verblendung ausschließlich reiner Sackkalk (gemahlener, gebrannter hydraulischer Kalk) verwendet. Die Fugung wurde mit Terranovamörtel ausgeführt. Die Decken über den Sitzungssälen und den Geschäftszimmern sind als Hohlsteindecken (System Gasterstädt), über den Fluren als reine Eisenbetondecken ausgeführt, auf die teils ein Zement- teils ein Gips-Strich als Unterlage für das fast im ganzen Hause verwendete Linoleum aufgebracht ist. Nur das Vestibül und der Erdgeschoßfußboden im Haupttreppenhause und der hinteren Wartehalle haben einen Steinboden aus Terrazzoplatten erhalten. Die Treppen sind sämtlich in Eisenbeton ausgeführt. Die Trittstufen haben durchweg bis auf die in Fichtelgebirgsgranit hergestellte Vestibültreppe einen Linoleumbelag erhalten. Die Setzstufen sind im Haupttreppenhause in Treuchtlinger Marmor, im übrigen in Steinputz, an den Nebentreppen in Zementputz hergestellt.

Ein eiserner Dachstuhl befindet sich ausschließlich über dem Haupttreppenhause. Im übrigen hat das Gebäude hölzerne Dachstühle erhalten. Nur die in Mansardform errichteten Dächer über den Flügeln an den Höfen, die ein zu Geschäftszwecken ausgebautes IV. Obergeschoß erhalten haben, weisen in ihrem unteren Teil einen durchgehenden Eisenbetondachstuhl mit Rahmenbindern auf, während das Oberdach auch über diesen Flügeln aus Holz gebildet ist. (Tafel 1 Abb. 4 u. 5.) Die über den rückwärtigen Flügeln durchgehende Eisenbetondachkonstruktion ist nach der Gerberschen Regel mit Trennfugen versehen. Dadurch ist das Auftreten von Rissen vermieden worden.

Das Grundstück wird von einem Arm des Düsselbaches durchflossen, dessen früher teils offenes, teils überwölbtes Bett verlegt werden mußte, und der jetzt durch einen neuen Betonkanal mit Eiseneinlagen unter dem Gebäude hin fließt. (Tafel 1, Abb. 4, 5 u. 7.) Der Kanal ist innen mit einem Zementputz unter Zerestzusatz abgedichtet.

Besondere Schwierigkeiten bot die Gründung des Gebäudes wegen der erheblichen Verschiedenartigkeit des Bodens und des Vorhandenseins zahlreicher Mauerreste aus früherer Zeit. Die Düssel hat auf dem Gelände mehrfach ihr Bett gewechselt und dabei einen nicht tragfähigen schwarzen Schlamm abgelagert. Infolgedessen mußten die überall bis auf tragfähigen Kiesgrund herabgeführten Fundamente bald tiefer, bald weniger tief gesenkt werden. Die Tiefen wechseln je nach der Beschaffenheit des Bodens von 2,80—7,50 m.

Das Haus hat elektrische Beleuchtung und einen elektrisch betriebenen Aktenaufzug erhalten. Die vorgesehenen beiden Personenaufzüge sind aus Ersparnisgründen nicht zur Ausführung gekommen. Die Fernsprechanlage ist reichseigen. Die Beheizung geschieht durch eine Niederdruckwarmwasserheizungsanlage, deren Wasser durch Lollargroßkessel von zusammen 220 qm Kesselheizungsfläche erwärmt wird.

Mit der Gründung wurde im Frühjahr 1913, mit dem Sockelgeschoß Mai 1914 begonnen. Die Bauarbeiten haben durch den kurz hernach ausbrechenden Krieg eine erhebliche Verzögerung erfahren. Sie wurden bis Anfang 1916 verlangsamt weitergeführt und dann durch Verfügung des Generalkommandos bis auf den rückwärtigen Bauteil stillgelegt. Letzterer wurde am 1. Oktober 1917 von der Justizbehörde bezogen. Dann ruhten die Arbeiten bis Ende des Jahres 1918. Nach Ende des Krieges ist der Bau alsdann flügelweise fertiggestellt worden. Der Bauteil an der Neubrückstraße war 1919, der westliche Teil des Flügels an der Mühlenstraße am 1. Oktober 1920, der östliche Teil dieses Flügels am 1. April 1921, der Mittelbau und das Haupttreppenhaus am 1. April 1923 fertiggestellt.

Die Baukosten waren vor dem Kriege auf 2 323 630 M., die Kosten für die innere Ausstattung auf 220 000 M. veranschlagt. Die zahlenmäßige Angabe der tatsächlichen Baukosten kann unterbleiben, da die infolge des im Kriege beginnenden, nach dem Kriege sich in immer größerem Ausmaße steigernden Währungsverfalles hohen absoluten Zahlen der ausgegebenen Papiermark von stetig wechselndem Werte ein richtiges Bild der Baukosten nicht geben. Bis zum 1. Juli 1923 waren an Baukosten rd. 110 Millionen Mark ausgegeben.

Die Vorentwürfe für den Neubau wurden im früheren Ministerium der öffentlichen Arbeiten unter Oberleitung des Wirklichen Geh. Oberbaurats Thömer durch den Geh. Baurat, späteren Oberbaurat Mönnich, bearbeitet.

Die Bearbeitung des ausführlichen Entwurfs, des umgearbeiteten neuen Entwurfs, der Detailentwürfe sowie die örtliche Bauleitung lag in den Händen des Regierungsbaumeisters, späteren Baurats Dr.-Ing. Dechant, dem auch die künstlerische Leitung und die Oberleitung nach seiner am 1. April 1920 erfolgten Beförderung zum Regierungs- und Baurat bei der Regierung verblieb, während die örtliche Bauleitung seit dieser Zeit durch den Regierungsbaumeister Boos ausgeübt wurde.

Einfluß der Geschütze auf die mittelalterliche Stadtbefestigung.

Von **C. A. von Nida,** Essen.

Wie eine Stadtmauer am Ende des 13. Jahrhunderts aussah, erkennen wir aus Abb. 1, welche den Angriff auf eine solche durch den Mineur darstellt. Die Brüstung E, hinter welcher der Wehrgang hinläuft, war von Schieß- und Gießscharten (Machicoulis) D durchbrochen und der Gang selbst von einem Schutzdache (hurdicum) bedeckt, dessen Vorderwand C die Zinnen markierte. Die Mauertürme waren bald rund, bald eckig, wie wir sie auf Abb. 2 dargestellt

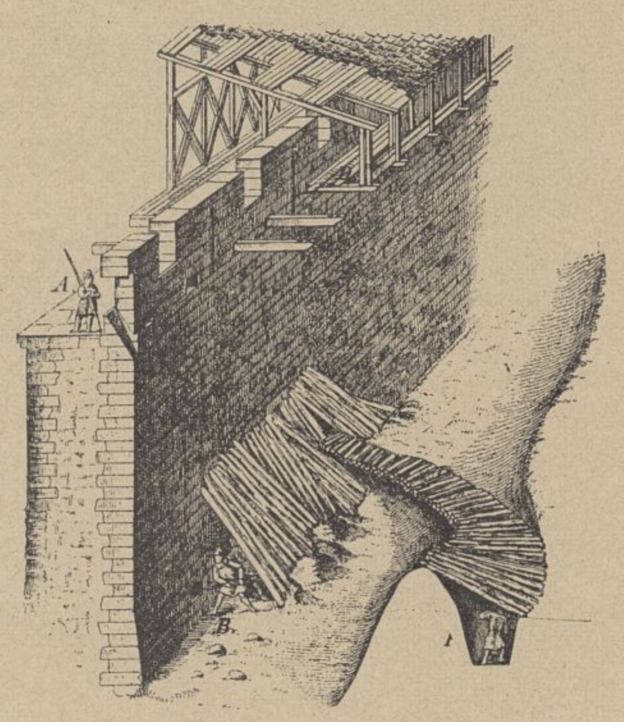


Abb. 1. Stadtmauer am Ende des 18. Jahrhunderts.

finden, welche einen Teil der Stadtmauer von Avignon aus dem 14. Jahrhundert wiedergibt.

Die Tore bildeten mit Brücke und der jenseits des Grabens liegenden Vorpforte gewöhnlich selbständige Werke, die man Torburgen nannte. Das äußere Tor war mit dem inneren in der Regel durch zwei parallellaufende Mauern verbunden, wie Abb. 3 das zeigt, die das ehemalige Kölner Tor in Aachen darstellt.

Wir erkennen auf dem Stadtbilde von Neuß vom Ende des 16. Jahrhunderts, von dem Abb. 4 einen Ausschnitt zeigt, deutlich, daß vor den Vorpforten, die am äußeren Grabenrande sich erhoben, später vielfach noch ein von Palisaden umgebener rechteckiger Raum lag. Die Vorwerke der fünf Torburgen von Neuß waren erst kurz vor Ausbruch des Burgunderkrieges hergestellt worden. Auch vor jedem Tor der Kölner Stadtmauer lag ein solcher sogenannter Torzwinger, welcher sich an der Flankierung der ihm anliegenden Kurtinenmauern beteiligte.

Jenseits der Gräben zogen sich bald Palisadenzäune, bald Erdwälle (Schütten) hin, wodurch eine Art gedeckten Weges gebildet wurde. Dadurch, daß man vor der älteren Stadtmauer noch eine zweite, meist niedrigere Mauer errichtete, entstand ein gürtelartiger Raum, den man Zwinger nannte. Eine solche Stadtmauer mit Zwinger stellt Abb. 5 u. 6 dar. Vor der Hauptmauer F, deren von einem Satteldache H bedeckten Wehrgang man im Schnitt erkennt, zieht sich der Zwinger D hin, über dessen gezinnte Vormauer C ebenfalls eine Wehre läuft. Vor dem in der Ringmauer

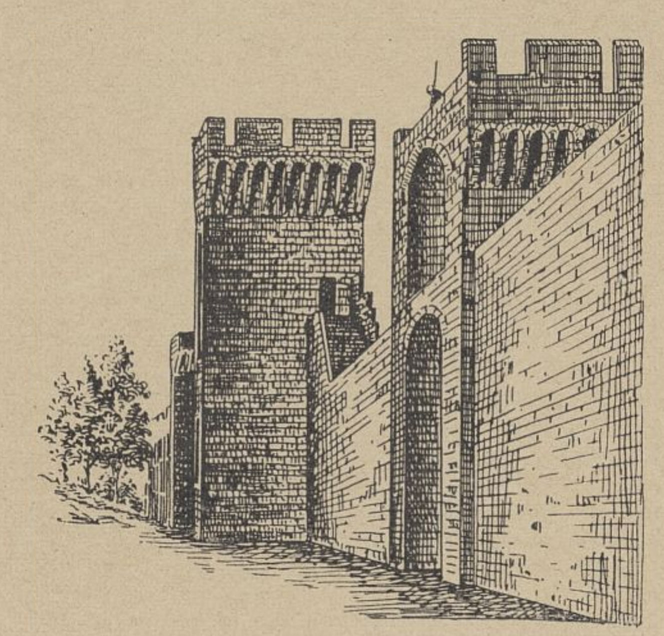


Abb. 2. Stadtmauer von Avignon.

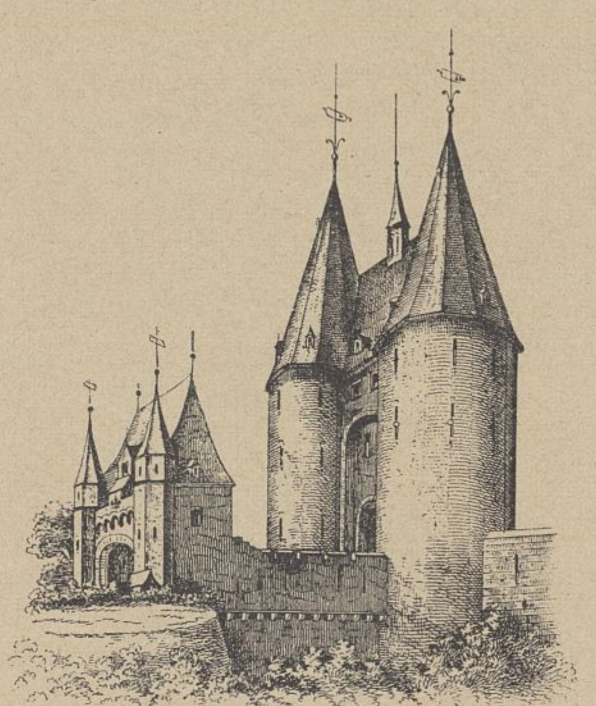


Abb. 8. Das ehemalige Kölner Tor in Aachen.

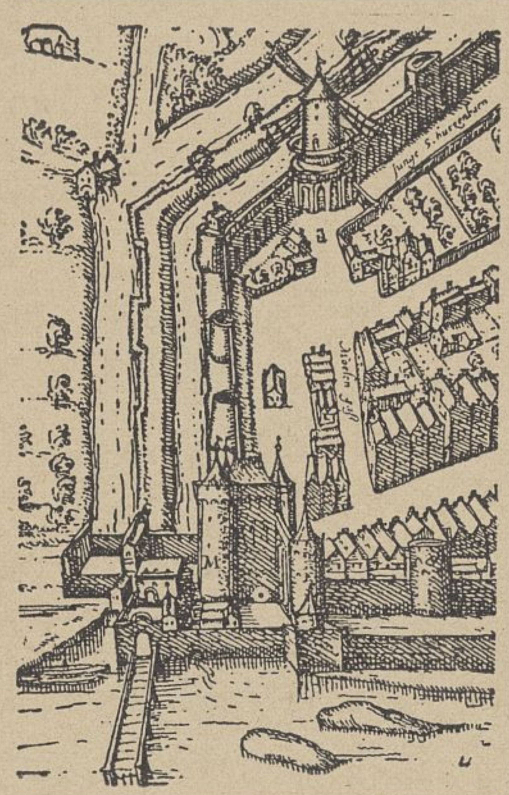


Abb. 4. Stadtbild von Neuß.

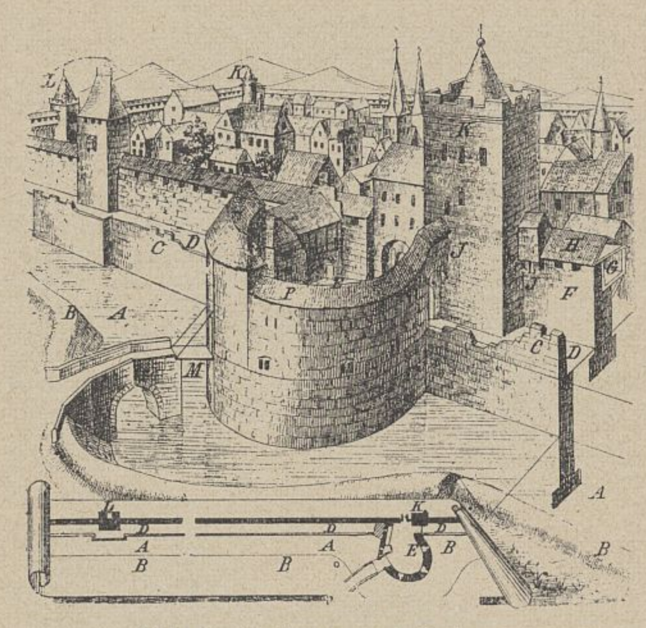


Abb. 5. Stadtmauer mit Zwinger.

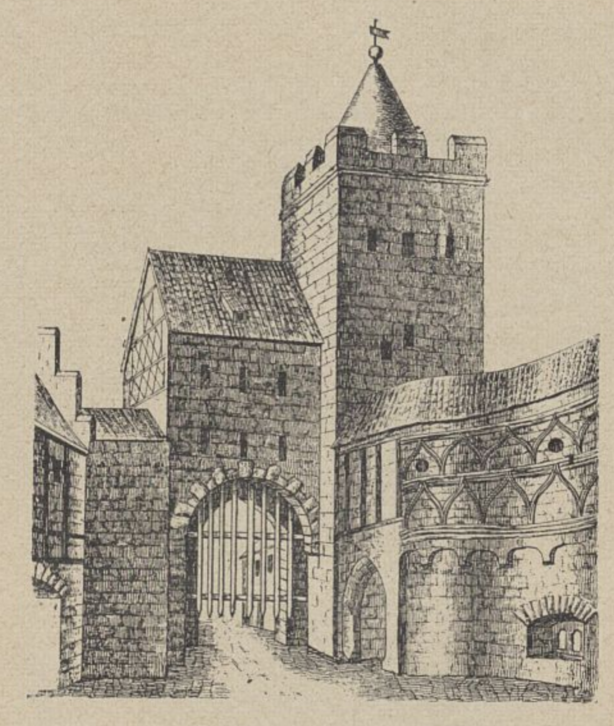


Abb. 6. Stadtmauer mit Zwinger.

liegenden Tore ist ein fast kreisförmiger Vorhof durch eine hohe Mauer abgeschlossen, welche weit in den Graben A vorspringt. In ihr liegt das äußere Tor mit der Zugbrücke M. Ueber diese Mauer, die von außen wie ein mächtiger Rundturm aussieht, läuft ebenfalls ein Wehrgang hin, und ihr Fuß ist für Geschützverteidigung eingerichtet. Dieses Propugnakulum bestreicht den Graben sowohl wie den Zwinger und deckt zugleich das Tor. Jenseits des Grabens zieht sich hinter einem Vorwall B ein gedeckter Weg hin. Seit der Mitte des 14. Jahrhunderts war der Zwinger bei fast allen Stadtbefestigungen zu finden.

Auf das Befestigungswesen der Städte, welches etwa seit dem Anfange des 13. Jahrhunderts als etwas in sich Abgeschlossenes dagestanden hatte, begann der zunehmende Einfluß der Feuerbüchsen sich bereits vor Anbruch des 15. Jahrhunderts geltend zu machen. Die Fortifikation war gezwungen, sich der veränderten Art der Kriegsführung anzupassen. Diese Anpassungsversuche kamen aber erst im 17. Jahrhundert zu einem befriedigenden Abschlusse.

Die Gräben vor den Stadtmauern, welche früher schmal und seicht waren, wurden mit der Zeit breiter und 6 bis 7 m tief gemacht. Auch die Kontreeskarpe, d. h. die nach dem Felde zu liegende Grabenböschung, wurde steiler gemacht und mit Mauern bekleidet. Gegen Ende des 14. Jahrhunderts fing man sogar an, vielen Mauern noch einen Vorgraben vorzulegen, allem Anscheine nach, um die Aufstellung von Büchsen in nächster Nähe des zu beschießenden Mauerwerks unmöglich zu machen. Durch Anlage eines doppelten Grabens wurden z. B. verstärkt: Anspach im Jahre 1385, Lauingen 1413, Windischheim 1424. In Köln war der Vorgraben, welcher mit dem Hauptgraben so ziemlich parallel lief, schon im Jahre 1386 hergestellt worden. Auf dem Strich zwischen beiden Gräben wucherte eine dichte Hecke, eine zweite stand jenseits des Vorgrabens und verschleierte den Verkehr auf dem dahinter liegenden Weg. Der vermehrten Wirkung der Feuerwaffen mußten dann die hölzernen Wehrbauten auf den Mauern, die Hurden und die Breteschen weichen. Seit dem 14. Jahrhundert stellte man die Hurden, die früher aus Holz waren, aus Stein (Abb. 7) her. Die Steinhurden bildeten eine krenelierte, d. h. mit Schießscharten versehene Wand in der Höhe des Wehrganges, die einige Fuß vor die Flucht der Mauer vorgerückt war und von Konsolen getragen wurde. Ueber der Ringmauer selbst erhob sich eine zweite krenelierte Mauer, die Brustwehr, die gewöhnlich bis unter die First des Schutzdaches reichte, und dahinter war eine schmale, innen von hölzernen Säulen getragene, gedeckte Halle aus Holz als innerer Wehrgang hergerichtet. Unter dieser Halle lag vielfach noch ein zweiter Wehrgang zur Schützenverteidigung. Im Französischen wurden die Hurden „bretèches" genannt, welches Wort jedenfalls auf unser Wort „Brett" zurückzuführen ist, denn sie waren ja früher aus Holz gezimmert. Die Engländer nannten sie „bretises", die Italiener „bretesche". Bei uns versteht man unter Breteschen auch die über die Mauer vorspringenden Dacherker.

Gegen die sich geltend machende stärkere Zerstörungskraft der Büchsen suchte man sich zunächst durch Vergrößerung der

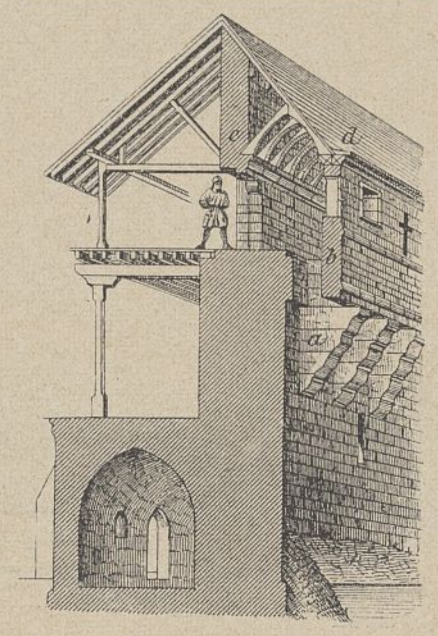


Abb. 7. Stadtmauer mit Steinhurden.

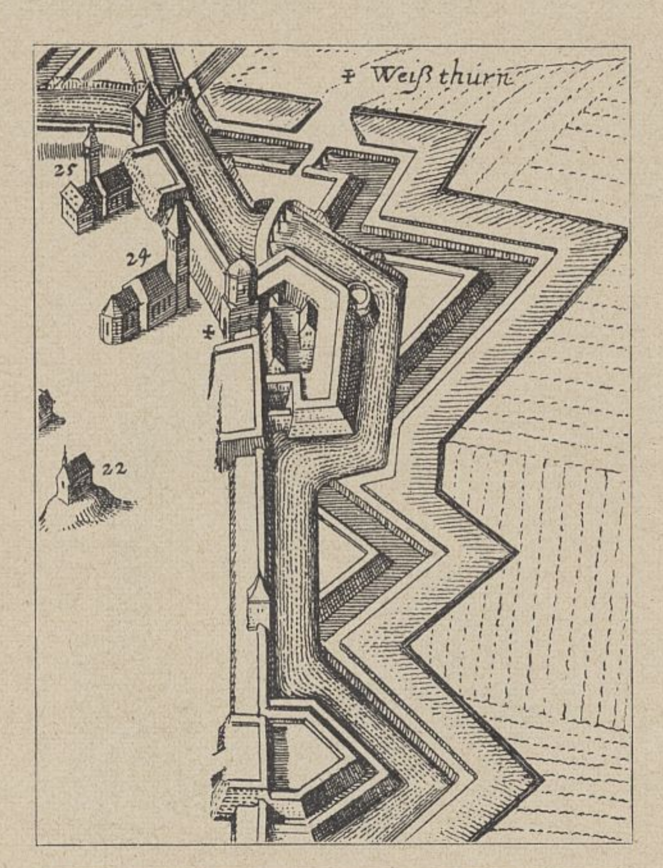


Abb. 8. Stadtbefestigung von Straßburg.

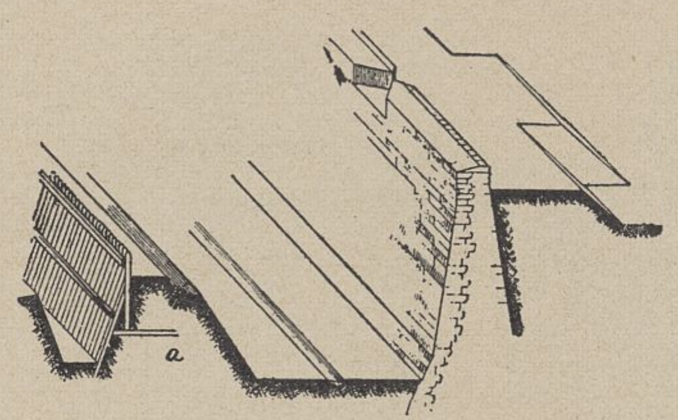


Abb. 9. Stadtmauer mit Schütte und Braie.

Mauerstärken zu helfen. Den Mauern gab man bis zu 9 m Dicke. Mauertürme stellte man hinfort bis zu bedeutender Höhe massiv her, um ihre Widerstandsfähigkeit zu erhöhen.

Es machte sich jetzt aber auch das Bedürfnis dringend geltend, die Feuerwaffen zur Verteidigung der Städte in stärkerem Maße als bisher heranzuziehen. Zur Aufstellung von Geschützen eigneten sich aber von den vorhandenen Wehranlagen nur die Türme nach Abnahme ihres Daches. Aber ihre Plattform war meist aus Holz hergestellt, oder sie wurde durch ein dünnes Gewölbe gebildet, das wie das übrige Mauerwerk von dem Schießen stark in Mitleidenschaft gezogen wurde. Zudem war das Feuer von hohen Türmen herab zu bohrend, um gegen einen näher stehenden Feind wirksam zu sein. Man errichtete deshalb in der Folge dickere aber niedrigere Türme und suchte daneben auch den Wehrgang zur Aufstellung von Geschützen geeignet zu machen.

Um das Breschieren der hohen Ringmauer zu erschweren, hatte man sie vielfach durch Erde hinterfüllt. Ein solcher Erdwall hinter der Mauer, über den in der Regel ein Wallgang hinlief, wurde als „Schütte" bezeichnet. Die Franzosen nannten das Anschütten, durch das die Mauer ihre alte Ueberlegenheit über die Angriffsmittel wiedererlangen sollte, remparer, d. h. parer à nouveau, woraus sich das Wort „rempart" bildete, worunter sie heute einen Wall verstehen. Eine hinter der alten Stadtmauer aufgeworfene Schütte können wir auf Abbildungen der Stadtbefestigung Straßburgs erkennen; dieser Wall wird noch durch sogenannte Kavaliere oder Berge überhöht (Abb. 8).

Die Schütte wurde in einigen Fällen so hoch und breit gemacht, daß der Wehrgang der Mauer durch sie eine bedeutende Verbreiterung erfuhr und zur Aufstellung von Büchsen dienen konnte. Solch hohe Anschüttung hinter einer hohen Ringmauer brachte aber anderseits auch wieder große Nachteile mit sich. Wenn die Mauer unter den Schüssen der Donnerbüchsen zusammenstürzte, fiel auch gewöhnlich die Erde des dahinter anstehenden Walles nach und erzeugte schnell eine gangbare Bresche. Man mühte sich vielfach vergeblich ab, Wege zu finden, die das Nachstürzen der Erde verhindern sollten. Deshalb wird wohl die Hinterfüllung der Ringmauer mit Erde sehr oft unterblieben sein, oder man brach ein Stück der Mauer von oben ab, ein Auskunftsmittel, das auch in Straßburg in Anwendung gebracht worden war. Die Sache hatte aber noch andere

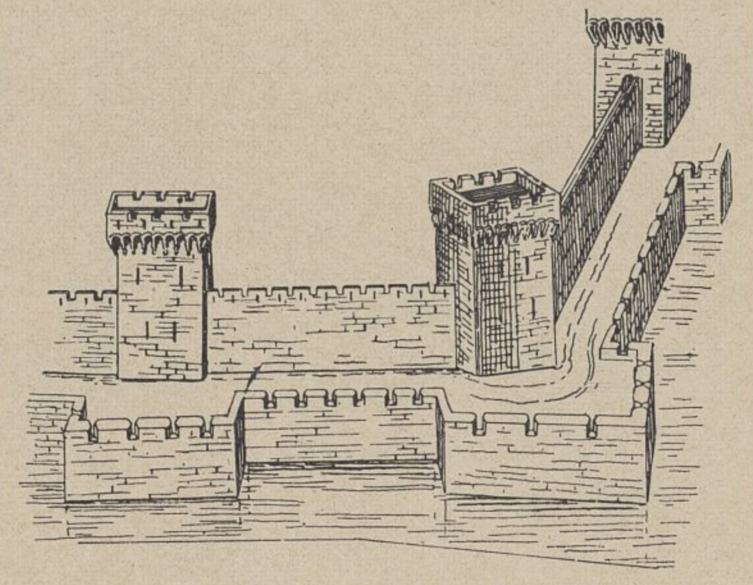


Abb. 10. Mauer der Stadt Orange mit Niederwall.

Unzuträglichkeiten im Gefolge. Die Aufstellung der Geschütze hinter der Ringmauer ergab wegen der Höhe der Aufstellung auf kurze Entfernungen keinen rasanten Schuß. Deshalb stellte man bald vor dem Graben, bald zwischen der Ring- und Vormauer, dem Zingel, eine äußere Schütte zur Aufstellung von Geschützen her. Der auf diese Art zur Geschützaufstellung vor der hohen Mauer geschaffene Niederwall gestattete ein rasantes Feuer und wurde bald durch in Holz ausgeführte Werke, welche man Bohlenwerke oder Bollwerke nannte, oder durch runde Ausbuchtungen der Brüstungsmauer an ihren Eckpunkten, sogenannte Basteien (bastilles), flankiert.

Zunächst stellte man wohl, jenseits des Grabens, einen zur Geschützverteidigung bestimmten Erdwall, der vorn mit Holz bekleidet war, so her, daß zwischen diesem Braie oder Douve genannten Walle und dem vorderen Rande des Vorgrabens auch wieder ein gedeckter Weg entstand. Das Material zur Herstellung dieser Braie wurde aus dem schmalen Vorgraben gewonnen. Abb. 9 zeigt eine solche Stadtmauer mit Schütte, vor deren Graben eine Braie (a) liegt. Ihre vordere Böschung ist mit Holz bekleidet, und die Bekleidung geht bis auf den Grund des Vorgrabens hinab, um die Ersteigung zu erschweren.

Mit einem Niederwall zur Aufstellung von Büchsen hinter dem Graben wurde z. B. die Stadt Orange in Südfrankreich durch Ludwig XI. (1461—1483) neu befestigt (Abb. 10.) Die Eskarpenmauer, welche in ihrer Fortsetzung die Brustwehr des Niederwalles bildete, sprang in gewissen Abständen halbturmartig in den Graben vor. Die Hauptmauer mit ihren viereckigen Türmen bildete hinfort nur noch Hindernis und war, wie früher, ausschließlich für die vertikale Verteidigung berechnet. Auch das von Karl dem Kühnen (1474—1475) belagerte Neuß scheint damals bereits nach allen Regeln der Kunst befestigt gewesen zu sein.

Die Stadtrechnung von Goch aus dem Jahre 1437 spricht bereits von zwei Wällen, einem niedersten Wall und einem anderen Wall (opten nedersten wal und opten anderen wal).

Der Niederwall hatte keine besondere Linienführung, sondern folgte dem Zuge der Hauptmauer.

Abb. 11 stellt die Porte à Mazelle in Metz nach Merians Darstellung vor. Hier erkennen wir den Niederwall, welcher vor dem Tore eine Bastei bildet, die mit Geschützen armiert ist. Die von

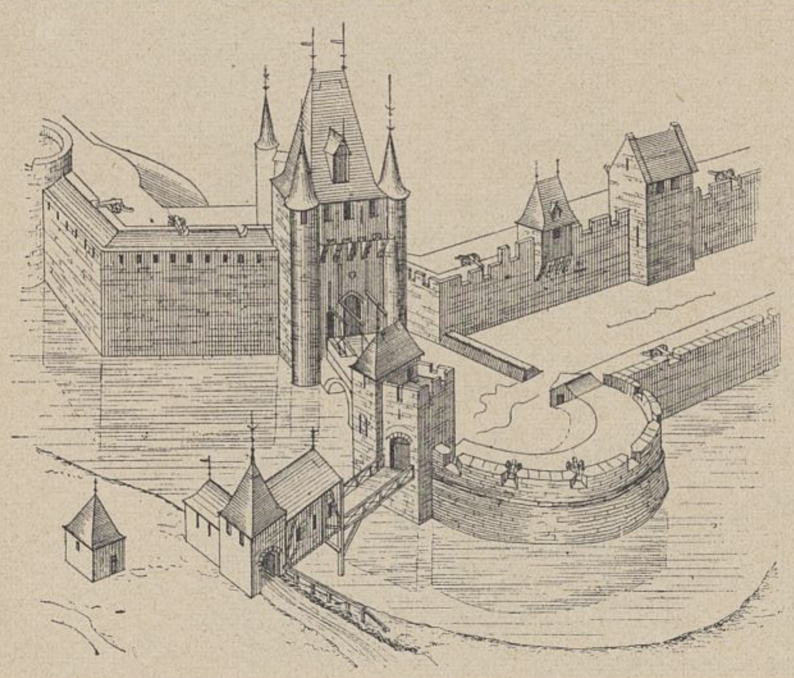


Abb. 11. Porte à Mazelle in Metz.

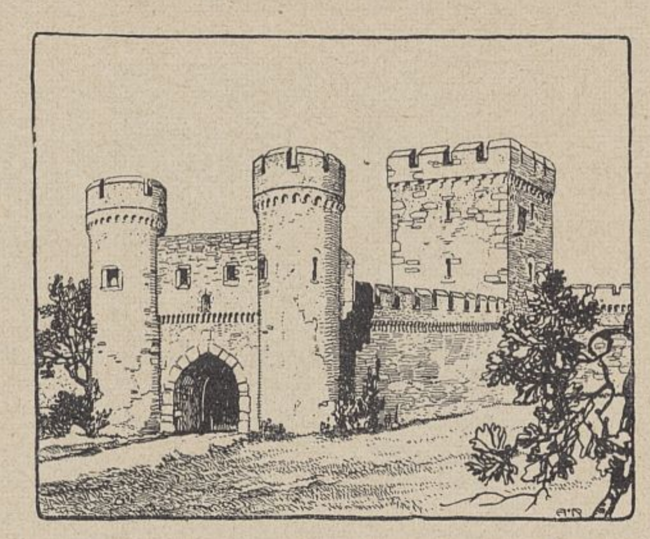


Abb. 12. Vorporte mit Innenpforte.

Scharten durchsetzte Brustwehr derselben ist gemauert. Auch hinter der Hauptmauer stehen Geschütze auf einer Schütte und feuern über die Mauern weg.

Bei den alten Stadtmauern gab es eine horizontale Grabenbestreichung so gut wie gar nicht, dort wurde von der Höhe des Wehrganges oder durch die Maschikoulis nur der Fuß der Mauer vertikal bestrichen. Später ließ man die Türme vor die Mauerflucht vorspringen, um die Mauer von da aus flankieren zu können. Die erste wirksame Grabenbestreichung mag von den Vorhöfen, jenen beiden Mauerzügen oder Palisadenreihen, welche die dem Tore vorgelegte Barbigan oder die Vorpforte mit der Innenpforte verbanden, ausgeführt worden sein (Abb. 12). Die seitlichen Mauern dieser sogenannten Grabenkoffer waren zu ihrer eigenen Verteidigung nach beiden Seiten von Schießscharten durchbrochen, und es lag nahe, von ihnen aus auch den in Graben hinabgestiegenen Feind zu beschießen. Später stellte man aller Wahrscheinlichkeit nach solche über den Graben vorspringende Koffer zur Grabenbestreichung auch da her, wo keine Verbindung mit Außenwerken herzustellen war. Der Ausgestaltung des Grabens wurde aber bald noch größere Aufmerksamkeit geschenkt, und zur Bestreichung der Grabensohle wurden etwa seit 1430 besondere Streichwehren, anfangs aus Holz, später aus Stein, errichtet. Ihre Verbindung mit dem Walle erfolgte gewöhnlich durch einen über den Graben führenden gewölbten Gang, von dem aus der Graben überdies oft noch mit Handfeuerwaffen bestrichen werden konnte.

Indem Monstrelet die Verwendung von Streichwehren bei der Belagerung von Compiègne (1430) bespricht, nennt er sie „de petites maisonnettes en bois où les gens se tenaient pour faire le guet, moult subtilement faites et composées“. Sie waren also anfangs überaus scharfsinnig aus Holz hergestellt und dienten zugleich zur Bewachung des Platzes. Nach einem Berichte von Commines ließ Ludwig XI. im Schlosse Plessis-les Tours vier ganz aus Eisen hergestellte Kaponnièren (moyneauls tous de fer), die mehr als 20 000 Fr. kosteten, errichten. Darin befanden sich 40 Armbrustschützen, die den Auftrag hatten, auf jeden zu schießen, der sich nachts ihnen näherte.

Kaponnièren oder Streichwehren stellte man mit Vorliebe sowohl vor Türmen bzw. Basteien als auch vor den Kurtinen her. Bald lagen sie an der Eskarpe, bald an der Kontreeskarpe und bestanden meist aus einem niedrigen, gemauerten und mit Erde eingedeckten Raume. Die Streichwehren traten erst in Tätigkeit, nachdem der Feind sich dem zu belagernden Werke so weit genähert hatte, um in den Graben eindringen zu können, und waren erst unschädlich zu machen, nachdem der Belagerer bereits auf der Krete des Glacis angekommen war. Sie verhinderten die Festsetzung und die Minierarbeiten im Graben. Philipp von Kleve empfahl z. B., sich in den trockenen Gräben festzusetzen und die Mauern zu untergraben, falls keine Streichwehren vorhanden waren, es zu verhindern („quand il y a nuls moyneouls qui le peuvent empecher“).

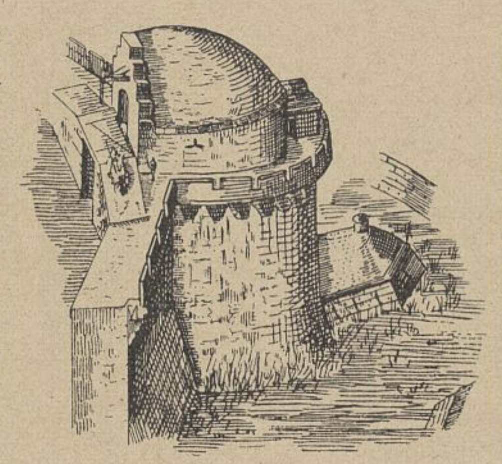


Abb. 13. Mauerturm mit bedeckter Batterie.

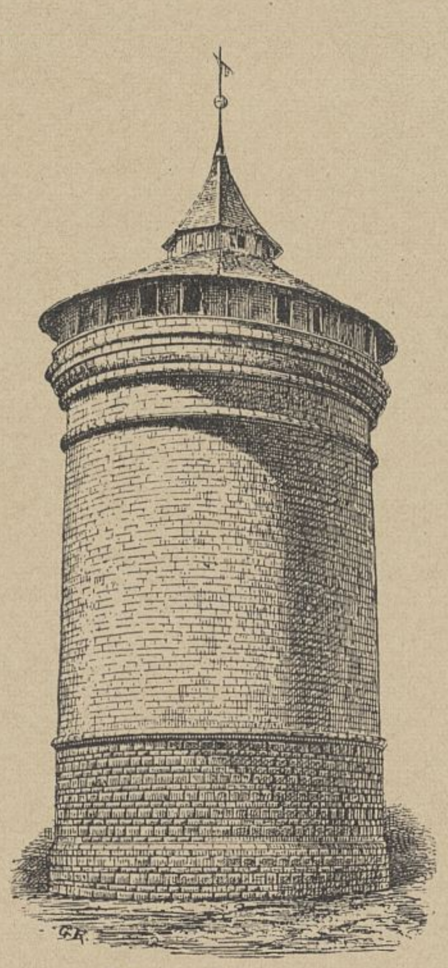


Abb. 14. Batterieturm.

Zur Flankierung des Grabens mit Hilfe von Geschützen dienten auch die in den Graben vorspringenden, meist halbkreisförmigen Türme, welche in jedem Stockwerk Geschütze in gewölbten Räumen aufnahmen. Bald führten sie den Namen Basteien, bald wurden sie als Rondele bezeichnet. Abb. 13 stellt einen Mauerturm mit bedeckter Batterie vor, vor dem im Graben eine Kaponnière liegt. Die Geschütze der bedeckten Batterie feuern durch Scharten, über die um den Turm herum laufende Brustwehr weg.

An Stelle der alten Torhöfe, Barbigane oder Barbakane traten nun Bollwerke zum Schutze der Tore gegen das feindliche Geschützfeuer und als Flankierungsanlagen. Sie wurden zum Teil dadurch hergestellt, daß man das Mauerwerk der Barbigane teilweise abbrach und dahinter einen Wall zur Aufstellung von Geschützen anschüttete. In dieser Weise wurde z. B. die Porte à Mazelle zu Metz umgebaut. (Piper huldigt dagegen der Ansicht, daß man die den Toren vorgelagerte Barbigane vom 15. Jahrhundert ab Bollwerke genannt — also nicht solche neu errichtet — habe.) Vor dem Bollwerk schob man vielfach auch noch einen Graben aus und legte jenseits dieses Grabens zuweilen auch noch eine Letze, eine Art gedeckten Weges, an.

Die Bollwerke waren anfangs im wesentlichen aus Holz und Erde errichtet. De Valle schlägt es als Vorteil gegenüber den gemauerten an, daß sie keiner Zeit zum Trocknen bedürfen wie das Mauerwerk. Das Wort Bollwerk ist ohne Zweifel aus Bohlenwerk entstanden. Es ist übrigens schon älteren Ursprungs. Bereits im Jahre 1386 wurden in der Stadtrechnung von Geldern vorspringende Mauertürme bald Rondele, bald Bollwerke genannt. Eine Schrift aus der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts empfahl, die Ringmauer durch Zurückziehen hinter einen Wall dem direkten Schuß der Geschütze zu entziehen und bei der Anlage von Vorwerken auf den Steinbau zu verzichten und dafür „Polwerk“ anzulegen. Hinter den Mauerteilen, die dem direkten Schuß aber nicht entzogen werden könnten, sollte man Erdwälle aufwerfen.

Um ein Tor gegen feindliches Feuer zu decken und den Graben zu bestreichen, stellte man auch dicke Geschütztürme davor auf. Das Bollwerk am Hahnentor in Köln wurde 1446 vollendet. Es bestand aus einem im Vorgraben liegenden halbrunden Torturm, der in seiner Mitte mit einer gewölbten Durchfahrt versehen war. Die beiden Stockwerke darüber waren mit zwei eisernen und vier kupfernen Kammerbüchsen bewehrt. Dieser Bau zeigte auch schon

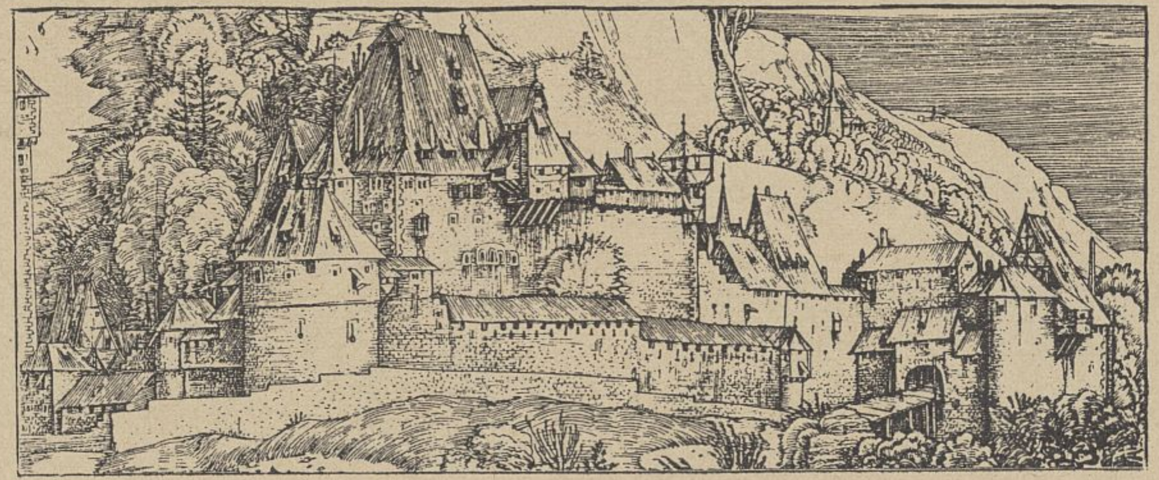


Abb. 15. Zwinger, nach Alfred Dürer.

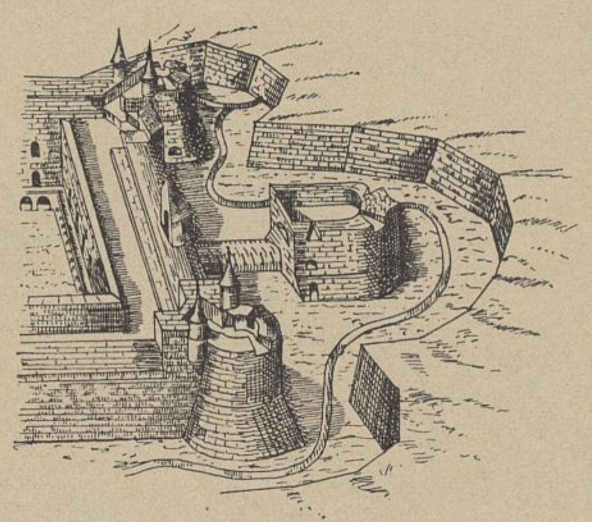


Abb. 16. Befestigung des Schlosses Salsas in Spanien.

Rauchabzüge und Oeffnungen in den gewölbten Decken, durch welche die Geschütze mit Winden auf die Plattform gehoben werden konnten. Später erhielten die niedrigen Bollwerke vor dem Graben entweder die Form eines Dreiecks oder Fünfecks. Im ersten Falle nannte man sie Raveline, im andern Lünetten. Das Ravelin ist nur eine zeitgemäß veränderte Form der Barbakane.

Auf steinerne Türme zur Aufstellung von Geschützen wurde aber noch nicht verzichtet. Die Türme, welche zur Geschützverteidigung dienten und auch unter dem Namen Rondele gehen, erhielten aber immer größere Mauerstärke und wurden mit der Zeit immer dicker. In der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts begann man mit der Errichtung von Türmen von etwa 15 bis 20 Fuß Durchmesser und 3—8 m Mauerstärke. Sie hatten eine Höhe bis zu 4 Stockwerken, von denen die beiden unteren in der Regel von Geschützscharten durchbrochen waren und zur Aufnahme schwerer Geschütze dienten. Derartige Türme sind unter dem Namen Batterietürme bekannt (Abb. 14). Sie waren rund oder halbrund, lagen bald im Bruche des Mauerumzugs, seltener in der Mitte einer Mauer und standen nur ausnahmsweise ganz außerhalb des Beringes. Oben waren sie bald offen, bald durch ein Dach überdeckt. Die Errichtung der dicken Türme zur Aufstellung von Geschützen in Burgen und Städten beginnt etwa mit dem Jahre 1475. In Siegmundskron in Tirol dürften sie bald nach 1473, in Magdeburg im Hegau 1479 und auf der Hohkönigsburg 1480 errichtet worden sein.

Noch dickere Türme sind uns unter der Bezeichnung Zwinger bekannt. Der Zwinger in Goslar ist wohl zwischen 1510 und 1520 entstanden. Bei 24 m Durchmesser und 20 m Höhe hat er 6 m Mauerstärke. Der Achtermannturm (früher Paulusturm) ist ein Ueberrest des ehemals durch 4 solcher Zwinger verteidigten Rosentores. Der Zwinger in Münster ist 1536 erbaut worden. Einen solchen Zwinger führen wir auf Abb. 15 unseren Lesern nach einer

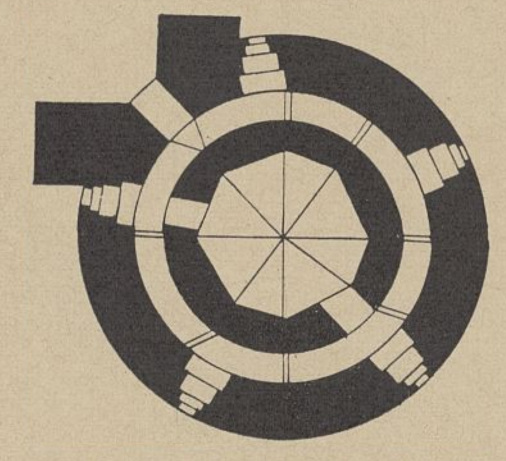


Abb. 18. Rondel bei Burg Werl.

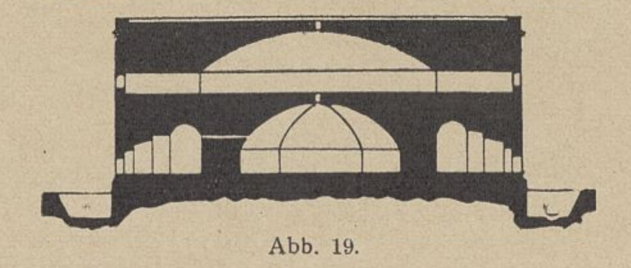


Abb. 19.



Abb. 17. Stadt Werl, nach Merian.

Zeichnung von Alfred Dürer vor, aber die vorgenannten übertreffen ihn an Umfang bei weitem.

Die Zeit der Mauerbefestigung näherte sich ihrem Ende, und an ihrer Stelle trat mehr und mehr die Erdbefestigung mit geraden Feuerlinien, die moderne Fortifikation (Abb. 15). Eine der ältesten Befestigungsanlagen, bei der schon ein moderner Hauch zu spüren ist, war die des spanischen Schlosses Salsas (Abb. 16), welche am Ende des 15. Jahrhunderts erstellt wurde. Die Anlage bildete ein Rechteck, auf dessen Ecken sich vier Türme — sog. Rondele — von etwa 12 m Dicke über die Kurtinen hinaus erhoben und in mehreren Geschossen Geschütze aufnahmen. Die Plattform war von einer gemauerten Brustwehr umgeben, die von 2 Scharten durchbrochen war. Außer den Ecktürmen, welche als Vorläufer der Bastione angesehen werden können, lag ein weiteres, geräumiges, vom Graben allseitig umgebenes Werk nach Art eines Ravelins vor der Mitte jeder Kurtine, das auch zur Aufstellung von Geschützen bestimmt war. Durch eine gewölbte Poterne war dieses sonst ganz wie eine Bastei eingerichtete Ravelin mit dem Hofe des Werkes verbunden. Während die Eskarpenmauer fast senkrecht stand und auch die Kontreeskarpe nur wenig geböscht war, hatten die Türme und Raveline einen geböschten Mauerfuß von etwa zwei Drittel Anlage.

Die Türme, welche zur Aufnahme von Geschützen bestimmt waren, wurden immer niedriger und dicker. Auf einer Ansicht der Stadt Werl von Merian (Abb. 17) sieht man im Vordergrunde eine Torburg und in einer Ecke der Stadtmauer die von Mauern umschlossene, 1519 erbaute Burg. An den vier Ecken war

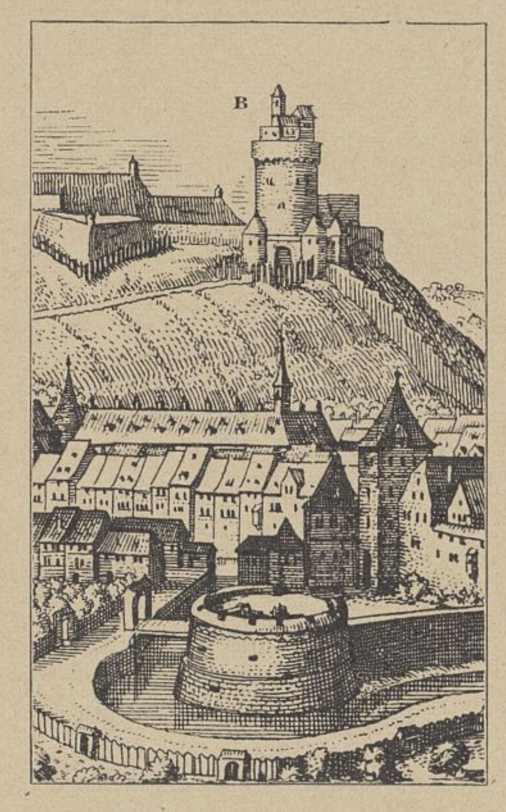


Abb. 20. Mömpelgard, nach Merian.

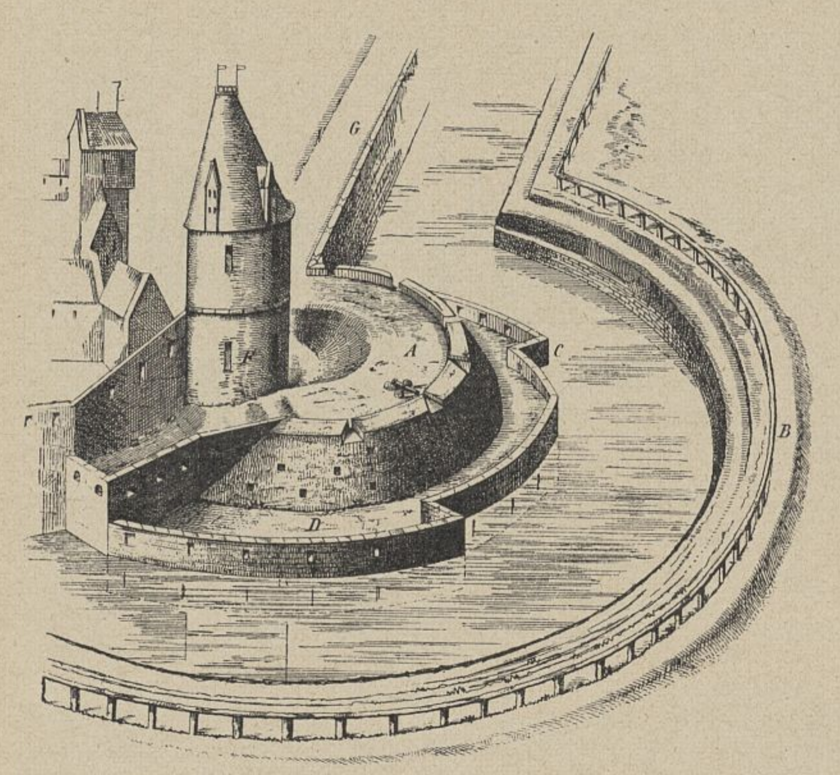


Abb. 21. Bastei am Bachmanger Tor in Augsburg.

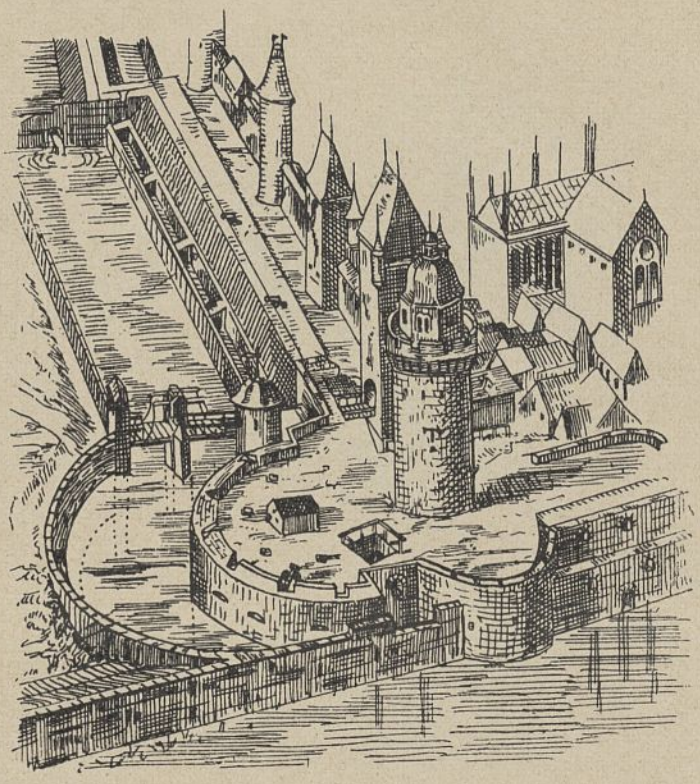


Abb. 22. Stadtbefestigung von Frankfurt 1544.

letztere mit starken Rondelen besetzt, die nach der Stadt zu nur so hoch wie die anstoßenden Kurtinen sind, aber auf der Feldseite noch ein Geschoß höher geführt und mit einem Zwiebel- bzw. Kegeldach bedeckt waren. Hinter den fast senkrechten Bekleidungsmauern der Kurtinen kann man einen tiefen Wehrgang erkennen und Geschütze auf den Terrassen in den beiden Rondelen, welche noch zwei tiefer liegende Geschützkasematten enthielten. Zum Glück ist noch eines dieser äußerst interessanten Rondele erhalten geblieben (Abb. 18 u. 19). Das Mauerwerk bildet einen zweistöckigen Rundturm von etwa 22 m Durchmesser und 9,3 m Höhe über dem Bauhorizont. Das untere Geschoß besteht aus einem kuppelartig gewölbten achteckigen Mittelraum von ca. 9 m Durchmesser des umschriebenen Kreises und 3,6 m Höhe. Um diesen Raum läuft ein mit einer Tonne überdeckter, 1,6 m breiter Umgang von ca. 12,4 m innerem und 15,6 m äußerem Durchmesser und 2,8 m Höhe. Er steht durch zwei Gänge mit dem Mittelraum und durch einen dritten, der in die Ecke der anstoßenden Kurtinen führt, mit dem Innenraum des Werkes in Verbindung. Von dem Umgang gehen fünf Scharten aus, die sich absatzweise nach außen verengen. Die 4,4 m dicken Kurtinenmauern stoßen rechtwinklig zusammen, und der Turm springt mit ⁵/₆ seines Umfanges über sie heraus. Das obere Geschoß liegt 4,4 m über den unteren und 5,2 m über dem Bauhorizont und besteht aus einem runden, kuppelartig gewölbten Mittelraum von 12,4 m Durchmesser und 3,2 m Höhe. Von ihm gehen 1,2 m hohe radiale Nischen aus, welche außen in schmalen Schartenschlitzen enden. Die Gewölbe sind im Scheitel etwa ½ m stark. Ein oben 3 m breiter und ½ m tiefer Graben läuft rund um den Turm herum. Die Brustwehr, die sich über die Turmplattform erhob, scheint 1 m stark gewesen zu sein, so daß zur Aufstellung von Geschützen ein kreisförmiger Raum von 20 m Durchmesser zur Verfügung stand.

Noch ein anderes Beispiel, damit der Begriff eines Schlosses jener Zeit festgestellt sei. Nach Dillichs Chronik war Rüsselsheim am Main ein fürstlich Schloß und Festung mit Wällen und Gräben und 4 Rondelen. Die Wälle bildeten ein Quadrat von etwa 800′ Seitenlänge, an dessen Ecke Rondele vorsprangen. Die niedrigen Wälle hatten eine gemauerte Eskarpe mit aufgesetzter Erdbrustwehr, über welche das gotische Wohngebäude weithin sichtbar war. Der Hof war so eng, daß vier angespannte Kutschen nicht Platz darin finden konnten. Der trockene Graben war ziemlich tief und breit und hatte auch eine gemauerte Kontreeskarpe, vor der ein flach abgedachtes Glacis lag, das durch Palisadenzäune gesperrt war.

Die Rondele oder Basteien der befestigten Städte waren gewöhnlich bis zur Höhe des Niederwalles senkrecht aufgemauert oder ihre Außenmauer war gelöscht, und sie enthielten eine oder mehrere gedeckte Batterien sowie oben auf ihrer Plattform eine offene. Abb. 20 stellt eine hohe Batterie in Mömpelgard nach Merian vor, Die Brustwehr der offenen Batterie war ebenfalls gemauert und oben geschweift. Um einen möglichst rasanten Schuß zu bekommen, stellte man aber mit Vorliebe die Geschütze in den unteren Stock-

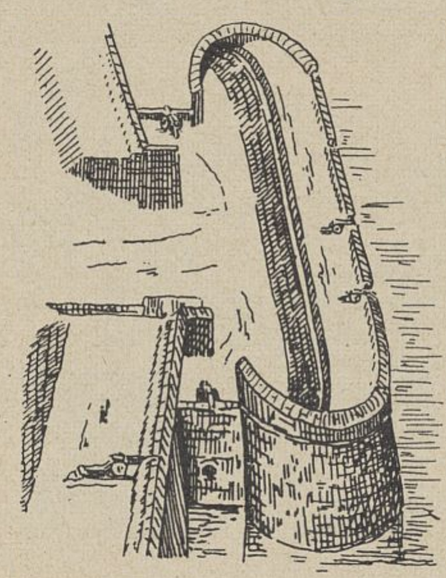


Abb. 23. Bastei, gradlinig.

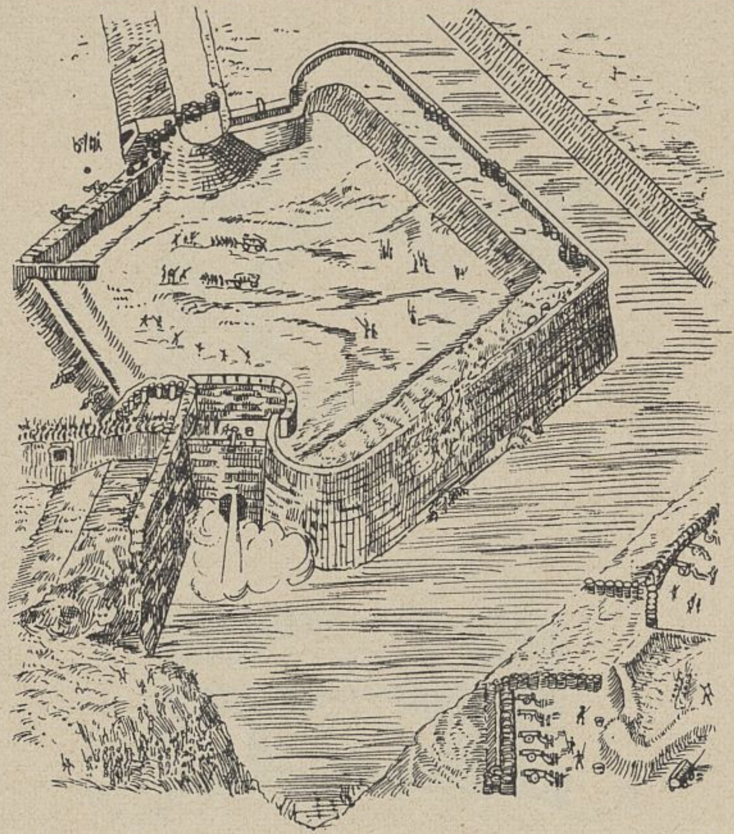


Abb. 24. Gradlinige Bastei mit zurückgezogener Flanke.

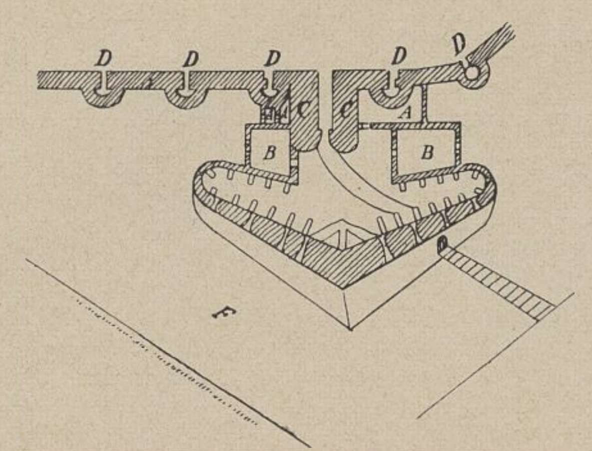


Abb. 25. Stumpfwinkelige Orillonbastion.

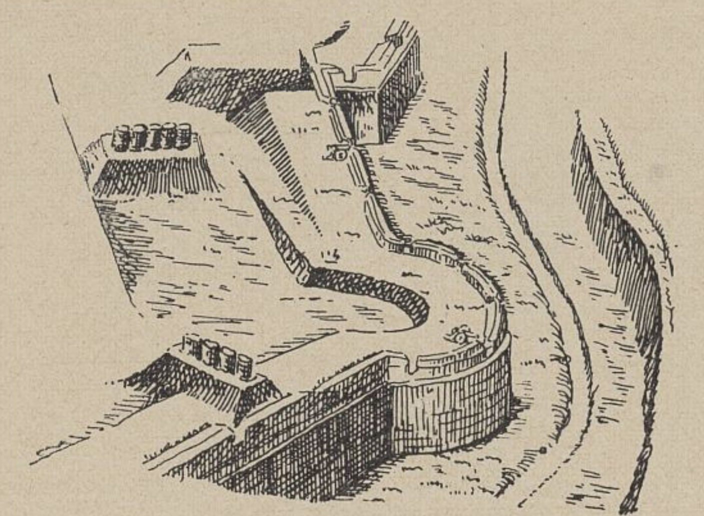


Abb. 26. Bastei mit Traversen.

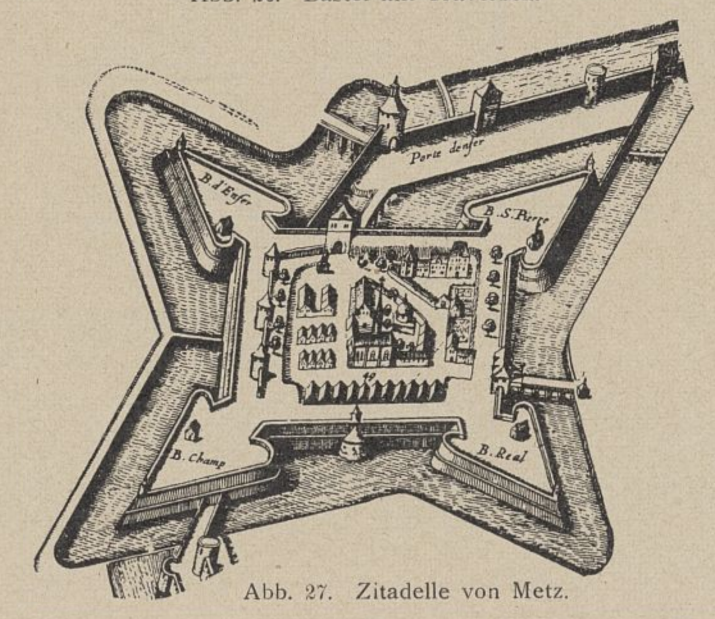


Abb. 27. Zitadelle von Metz.

werken von Türmen auf, die dann natürlich durch Gewölbe abgedeckt sein mußten. Abb. 21 zeigt die frühere Bastei am Bachnanger Tor in Augsburg. Von der alten Stadtbefestigung ist der Turm F übrig geblieben, der nun gleichsam als Reduit im Basteihofe steht. Unter der Terrasse der Bastei liegen noch Kasematten, wie die Scharten in der geböschten Bekleidungsmauer lehren. Vor der eigentlichen Bastei liegt noch ein Zwinger D, dessen Vormauer gebrochen ist, um die Spitze der Bastei wirksamer unter Feuer nehmen zu können. Die Bastei flankiert die Kurtine des Walles G. Vor dem Graben zieht sich ein flacher Vorwall (Glacis) B hin, auf dessen Krete ein Holzzaun nach Art eines Geländers steht, um den dahinter liegenden gedeckten Weg gegen einen Angriff zu sichern.

Die nächste Abb. 22 stellt den Teil der ehemaligen Frankfurter Stadtbefestigung zwischen dem Untermain- und Taunustore nach Seb. Münsters „Kosmographie" (1544) dar. Vor der alten Stadtmauer liegt der Wall, vor dem sich ein schmaler Zwinger hinzieht. Vor die Wallinie springt neben dem Untermaintore eine Bastei in den Graben vor, welche nach der Mainabschlußmauer eine zurückgezogene Flanke zeigt. Für die kasemattierte Batterie, die unter der Terrasse liegt, sind Luftschächte zum Abzug des Pulverdampfes zu erkennen. Man sieht hier, daß der Weg nach dem Untermaintore unter dem neuen Walle durchgeführt ist.

Die ältere deutsche Befestigung verdankt der Tätigkeit eines Dürer, eines Speckle († 1589) und eines Rimpler sehr viel. Die von Dürer in Vorschlag gebrachte Stadtbefestigung zeigt im allgemeinen poygonalen Grundriß. Der mit Mauerwerk bekleidete Graben sollte 15 m tief und etwa 75 m breit sein. Zur Flankierung desselben sollten an den Polygonecken halbrunde, kasemattierte Basteien errichtet werden. Die hinter der Stirnmauer der Bastei liegende Defensivkasematte, eine Art Eskarpengalerie, diente vornehmlich zur Grabenbestreichung. In der Kehle der Bastei lagen die Wohnkasematten. Dürer gab später auch den vorspringenden, niedrigen Rondelen polygonalen Grundriß und nannte diese ebenfalls Basteien. Während der untere Teil der Stirnmauer der Bastei nur wenig geböscht war und der Cordonstein noch unter dem Bauhorizont lag, erhielt der obere, massive Teil ganze Anlage. Die Plattform der Bastei lag 6 m über dem Bauhorizont, um den Geschützen eine dominierende Lage zu gewähren. Sie sollten über Bank feuern, weshalb die Brustwehr nur 1,2 m Höhe über der Plattform erhielt. Bei der Neubefestigung von Ingolstadt (1537) haben einige Gedanken Dürers Verwirklichung erfahren.

Der Grundriß der Basteien bei Stadtbefestigungen bildete gewöhnlich einen Halbkreis, die Bastei war vielfach ein halber Rundturm. Diese Halbtürme rückte man manchmal vor die Kurtine vor, so daß sie nur noch durch einen schmalen Stil mit dem Walle verbunden waren. Bald bildete der Grundriß dieser Türme auch einen Spitzbogen oder ein Dreieck. Die Italiener nannten diese spitzen, vorgeschobenen Halbtürme puntoni. Um das Feuer einer größeren Anzahl der auf einer Bastei aufgestellten Geschütze besser auf einen Punkt im Vorfelde konzentrieren zu können, flachte man entweder die Front der Bastei dadurch ab, daß man sie mit einem größeren Kreisbogen konstruierte (Abb. 23), oder man machte sie überhaupt gradlinig.

Daneben machte man aber auch schon Versuche, einige der auf dem Hauptwalle aufgestellten Geschütze mit der Bestreichung der Gräben zu betrauen, entzog sie jedoch dem Feuer durch eine verdeckte Aufstellung, so daß sie erst getroffen werden konnten, nachdem der Feind schon in den Graben eingedrungen war. Eine gute Deckung dieser Geschütze, welche meist auf den Flanken der Basteien standen, erlangte man durch Zurückziehen der Flanken. Wurden die Flanken zurückgezogen, so entstanden an beiden Seiten der Basteien halbturmartige Vorsprünge, sog. Orillons oder Bollwerksohren, welche die dahinter meist etwas versenkt stehenden Flankengeschütze vortrefflich gegen Schüsse deckten. Derartige Basteien fanden sich z. B. schon bei der im 16. Jahrhundert neu errichteten Befestigung von Narbonne (Abb. 25) vor. Eine gradlinige Bastei mit zurückgezogener Flanke zeigen die Abb. 24 und 25.

Um die an die Basteien sich anschließenden langen Wallinien, die sog. Kurtinen, gegen Längenfeuer zu decken, stellte man im 16. Jahrhundert zu beiden Seiten der Basteien auch schon Querwälle oder Traversen her. Einen Wall mit runden und eckigen Basteien, bei dem Traversen, rechteckige Erdhaufen, auf denen auch noch Schanzkörbe stehen, zur Verwendung gelangten, um die Geschütze auf dem Wall gegen Längsfeuer zu schützen, zeigt die Abb. 26.

Unter einem Bastion verstehen wir ein mit dem Hauptwalle zusammenhängendes Werk in Fünfeckform, das sich aus zwei längeren Facen, zwei kürzeren Flanken und der die beiden letzteren verbindenden meist offenen Kehle zusammensetzt, also eine Bastei mit geraden Linien. Die ersten eckigen Bastionen wurden, soweit bis jetzt festgestellt werden konnte, schon bei der Befestigung von Pisa (1509—1513) durch Giamberti da San Galo angewendet. Er gab den Facen 29,15 m Länge. Papacino d'Antoni behauptet sogar in seiner Architettura militare (Torino 1778), daß schon mehrere Festungen vor dem Jahre 1430 mit kleinen eckigen Bastionen versehen worden seien. Den Beweis für diese Behauptung blieb er jedoch schuldig.

Die französische bastionierte Front verwendete um die Mitte des 16. Jahrhunderts spitz- oder stumpfwinklige Orillonbastionen mit bedeckten Flanken und darunter liegenden kasemattierten Batterien. Abb. 25 zeigt ein stumpfwinkeliges Orillonbastion nach einem 1530 für Troyes entworfenen Plane. Das Bastion sollte vor das Tor St. Jacques (C) zu liegen kommen. Mit D sind die Türme der Stadtmauer bezeichnet. B stellen die beiden bedeckten Flanken vor und A dahinter liegende, maskierte Stockwerksbatterien. Unsere nächste Abbildung 27 zeigt die von 1556—1562 von Marschall Vieilleville erbaute Zitadelle von Metz. Sie besteht aus 4 bastionären Fronten und wurde in den Zug der alten Stadtmauer hineingerückt, deren Anschluß auf beiden Seiten zu erkennen ist. Bei dem Bau der Zitadelle wurde die Porte Scarpone niedergelegt. Im Jahre 1851 ist auf derselben Stelle die Porte Serpenoise errichtet worden, deren Ueberrest manche von uns in des sog. Friedrich-Karl-Tor noch gesehen haben. Doch hiermit sind wir bereits in das Gebiet der modernen Fortifikation, eines Produktes der Renaissance, eingedrungen, deren Betrachtung wir uns für eine spätere Zeit vorbehalten wollen.

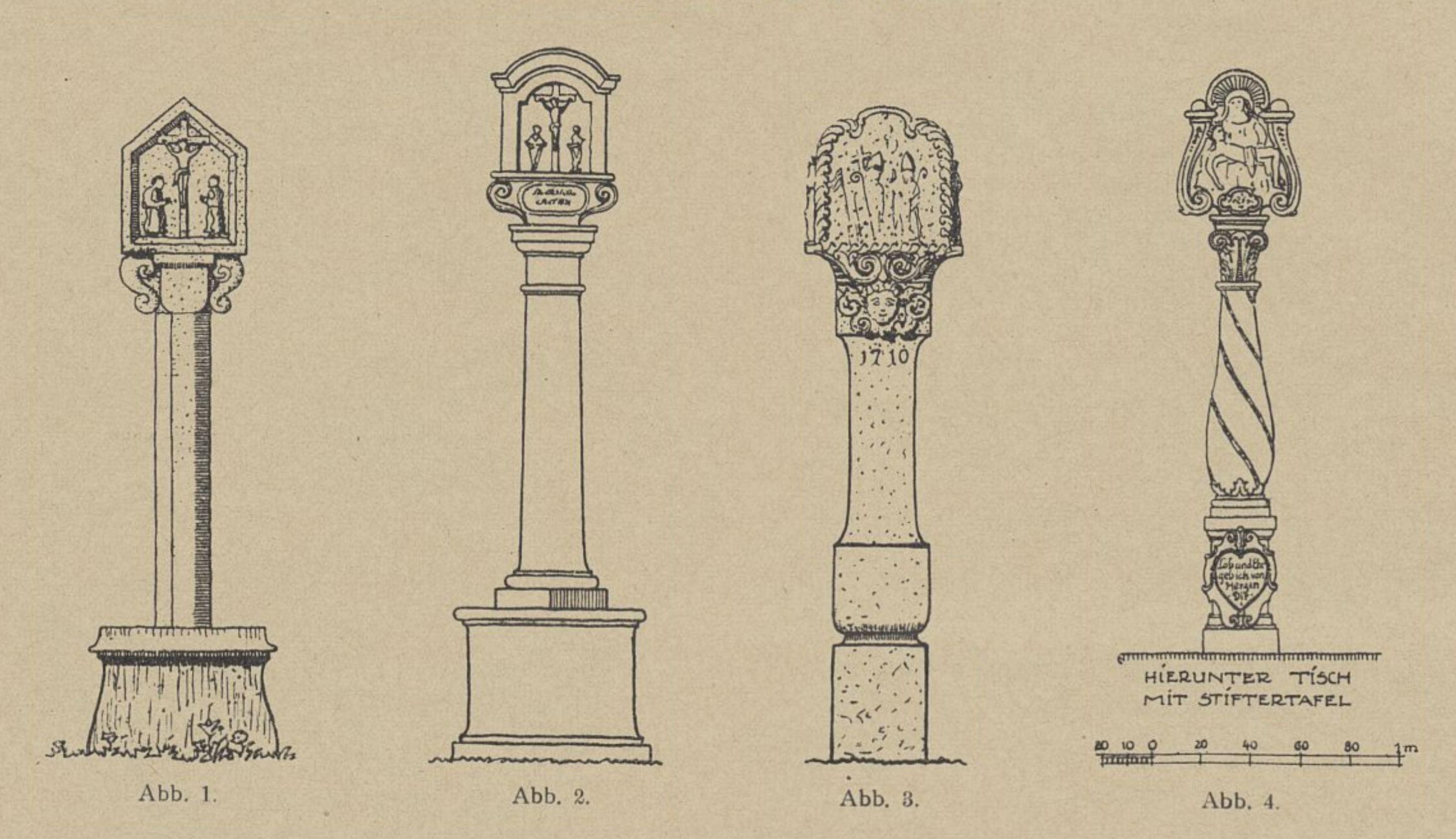


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3. Abb. 4.

Bildstöcke im Fuldaer Lande.

Von Dr.-Ing. **Karl Freckmann,** Arnsberg (Westf.)

Als Ergänzung der Ausführungen über „Fuldaer Barock in Werksteinprofilen" (vgl. S. 87—105 des vorigen Jahrganges) sei noch kurz auf eine Erscheinung hingewiesen, die der Stadt Fulda wie auch der Rhönlandschaft ihr besonderes Gepräge gibt. Es ist der zu einem eigentümlichen Typus entwickelte Bildstock der Barockzeit, der nicht mehr in Holz, sondern in Sandstein ausgeführt ist. Ohne auf historische oder ikonographische Untersuchungen einzugehen, soll hier lediglich die Erscheinungsform des Bildstocks als solche betrachtet werden.

Unsere Abbildungen 1—4 und 5—8 geben möglichst bezeichnende Vertreter jedesmal in chronologischer Folge wieder, so daß Abb. 1 und 5 die Frühzeit, Abb. 4 und 8 die Spätzeit darstellen. Die Standorte und Jahreszahlen sind: Abb. 1 bei dem Dorf Pilgerzell, östlich von Fulda, zirka 1650; Abb. 2 am Wiesenweg von Johannesberg nach Fulda, zirka 1700; Abb. 3 am Frauenberg, datiert 1710; Abb. 4 an der Straße von Hammelburg nach Westheim, datiert 1751; Abb. 5 an der Straße von Löschenrod nach Rothemann, südöstlich von Fulda, zirka 1630; Abb. 6 am Nordabhang des Volkersberges in der Rhön, datiert 1705; Abb. 7 in der Ortschaft Volkers am Südabhang des Berges, datiert 1710; Abb. 8 am Michaelsberg in Fulda, zirka 1730—1750.

Begünstigt durch das feinkörnige und wetterbeständige Material sind diese kleinen Steinmetzkunstwerke noch recht gut erhalten. Ganz allgemein gesehen, zeigen sie einen dreiteiligen Aufbau: einen Sockel, der oft als Tisch ausgebildet ist, einen Schaft, der die allgemeine Entwicklung vom Pfeiler zur Säule mitmacht, und ein verbreitertes Kopfstück, das zur Aufnahme des eigentlichen Devotionsbildes bestimmt ist. Der Uebergang zwischen Sockel und Schaft erinnert bisweilen noch an Holzpfosten (Abb. 3 und 5), der Uebergang vom Schaft zum Kopfstück ist besonders lehrreich und immer

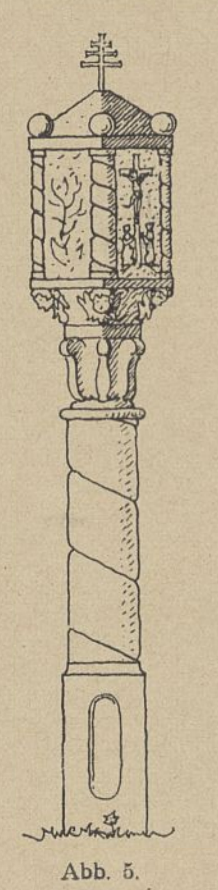


Abb. 5.

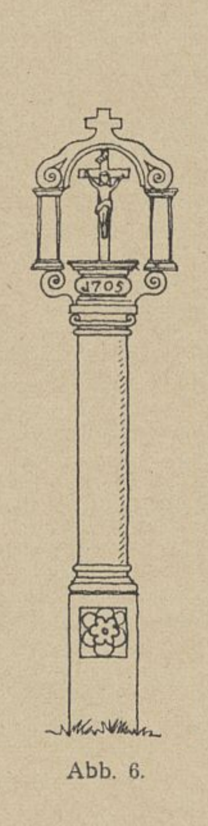


Abb. 6.



Abb. 7.

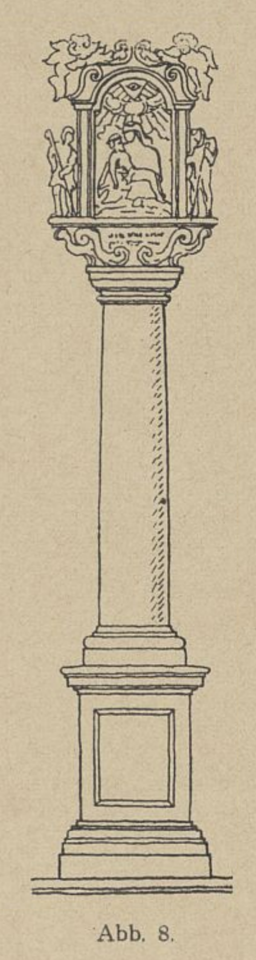


Abb. 8.

bezeichnend für die Zeit der Entstehung. Der Sockel in Abb. 1 ist wahrscheinlich spätere Zutat, der in Abb. 2 kann als typisch für die Fuldaer Gegend bezeichnet werden. Der Schaft erscheint in der Frühzeit als abgefaster Pfosten (Abb. 1), auch später noch als gewöhnlicher vierkantiger Stamm (Abb. 3), wird dann zur Säule (Abb. 2, 4, 5—8), in die manchmal und in primitiver Ausführung eine Schraubenlinie eingeritzt wird (Abb. 5), um ihr Hochdrang und Bewegung zu geben. Später und bei reicherem Können wird die Säule schön gedreht und mit Weinlaubranken oder Blättergeflecht umwunden (Abb. 7), während sie in der Rokokozeit balusterförmig auftritt (Abb. 4), mit einer Perlschnur in den Einkerbungen und einem Kelch von Akanthusblättern am Fuß. Das Kopfstück schließt anfangs als Nachklang der gotischen Zeit in schlichter Giebelform, später sehr häufig in abgesetztem Segmentbogen (Abb. 2), dann in Fulda um 1710 mit Palmwedeln umrahmt (Abb. 3) und im Rokoko in reich und anmutig bewegten Linien, die aus Blumen, Muscheln und Früchten hervorwachsen. Vielfach sind Vorder- und Rückseite mit einem Relief geziert, in andern Fällen dient die Rückseite des Kopfstückes zur Aufnahme einer Inschrift, die entweder aus einem frommen Spruch oder aus den Namen der Stifter besteht.

Nicht selten trifft man an den Bildstöcken noch Spuren alter Bemalung. So ist in Abb. 1 die Hohlkehle unter der äußeren Umrandung des Giebels lebhaft rot, die Farbe der Gewänder grün, das Lendentuch gelb, der Kreuzstamm braun gehalten. Wie bei den alten Grabsteinen ist also auch bei diesen Kleinkunstwerken die große Farbenfreudigkeit unserer Vorfahren bemerkenswert.

Der formale Zusammenhang dieser Bildwerke mit fränkischer Kunst ist schon durch die unmittelbare Nachbarschaft ohne weiteres gegeben. Aber auch hier ist es bezeichnend für den Geist der Rhönlandschaft, daß wir im Norden nur die ernsteren und strengeren Formen finden, die auch in der Spätzeit beibehalten werden, während die mehr malerische, auflösende und verschwebende Art des Rokoko mit all der zierlichen Grazie, die diese letzte Blüte der europäischen Baukunst auszeichnet, im Grunde genommen die Rhönberge niemals überschritten hat. So finden wir denn auch nur in der Hammelburger Gegend, im Tale der Fränkischen Saale, wo der sonnenschwere Wein wächst, ein paar Bildstöcke der Art, wie sie etwa unsere Abbildung 4 zeigt.

Es lassen sich also auch an diesen Kleinkunstwerken ganze kunstgeschichtliche und formale Entwicklungsreihen ablesen. Diese steinernen Devotionsbilder stellen gewissermaßen eine Parallele zur großen Kunst dar, die nur um so viel urwüchsiger, persönlicher und anheimelnder ist, da sie nicht von landfremden Meistern stammt, sondern aus dem künstlerischen Sinn, dem feinen Empfinden, dem Herzen des Volkes selber kommt. Auch diese kaum beachteten Steine an den Wegen unseres Landes sind ein Beweis für den Reichtum und die Kraft der germanischen Phantasie, die aus all den fremden Anregungen heraus immer wieder neue und eigene Schönheit zu schaffen verstand.

Etwas vom Mauerwerk der römischen Bauten in Trier.

Vom Regierungsbaumeister **Hans Lehmann** in Trier.

In Tagen, wo das Reisen für den Architekten in Ausbildung und Beruf aus wirtschaftlichen Gründen oft genug unterbleiben muß, in Zeiten, wo wir aus denselben, hoffentlich nur für kurze Sicht, gedachten Gründen uns bei der Aufführung von Hochbauten aller nur denkbaren Bauweisen bedienen, dürfte es sich lohnen, auf einige Bauwerke hinzuweisen, die die Römer in der urbs excellentissime Galliarum in Trier vor nun fast zwei Jahrtausenden errichtet haben.

Gewiß sollen diese Zeilen nicht zum Zweck haben, alte Techniken vorurteilslos zu empfehlen. Andere wirtschaftliche Bedingungen, andere politische, andere Lohn-Verhältnisse, andere statische Anschauungen und anderes architektonisches Empfinden verbieten das naturgemäß. Aber die Ruinen dieser Bauten, die sich nun etwa 1½ Jahrtausend trotz Wind und Wetter, Hitze und Frost erhalten haben, soweit sie nicht absichtlich durch Menschenhand zerstört sind, zeigen eine so hochstehende Technik in der Auswahl der Baustoffe und ihrer Verarbeitung, daß es der Mühe wert wäre, sich mit den Einzelheiten, die auch für die moderne Bauwirtschaft noch Geltung haben, näher zu befassen. Vor allen Dingen müßten umfassende chemische und physikalische Untersuchung die ehemaligen Arbeitsmethoden da zu klären suchen, wo die oberflächliche technische Untersuchung des fertigen Baukörpers nicht zum Ziele führen kann.

So mögen die nachfolgenden Untersuchungen Anregungen wecken und gleichzeitig dazu dienen, bisher geäußerte, vielfach unvollkommene, ja falsche Beschreibungen römischen Mauerwerks in Wort und Bild richtigzustellen.

Wenn dabei nur auf die in Trier erhaltenen Monumentalbauten verwiesen wird, so geschieht das einmal deswegen, weil nur von ihnen wesentliche Teile des Aufbaues vorhanden sind, während die Bürgerbauten bei ihrer viel leichteren Bauweise eher der Zerstörung von Natur und Menschenhand zum Opfer gefallen sind, ein andermal deswegen, weil an jedem der monumentalen Römerbauten anderes Baumaterial und deswegen auch andere Techniken verwendet worden sind, so daß sich mit ihrer Abhandlung bereits eine Fülle von Fragen und Antworten erörtern lassen.

Abb. 1 zeigt das aufgehende Mauerwerk des Amphitheaters, das fast nur an den Eingängen und um die Arena aufgehendes Mauerwerk zeigt, da es als Erdbau errichtet ist. (Erbauungszeit Ende des 1. Jahrhunderts.) Das Mauerwerk besteht aus einer einseitigen oder doppelseitigen Verblendschicht aus im Durchschnitt 13×9 cm breiten und hohen Kalksteinquaderchen (1 m = 10 Schichten + 9 Fugen) Lagerfugen 1,5—2,0 cm, Stoßfugen 1 cm; das Füllmauerwerk besteht aus Kalksteinstücken und ist in den Schichten der Verblendung, jedoch ohne Verband gemauert. Mörtel: fein bis gemischtkörniger quarziger Kiessand, Bindemittel: gelöschter Weißkalk, Farbe: rötlich-weiß bis grauweiß, sehr hart. Das saubere Aussehen der sorgfältig unter Versetzung der Stoßfugen aufgeführte

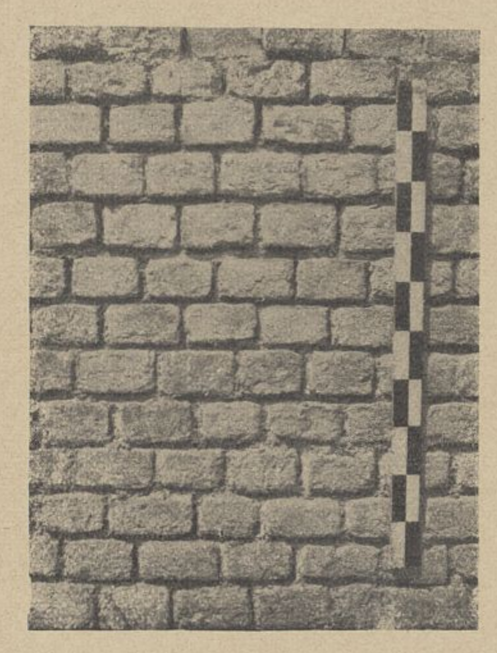


Abb. 1. Mauerwerk am Amphitheater in Trier, Kalksteinverblendung

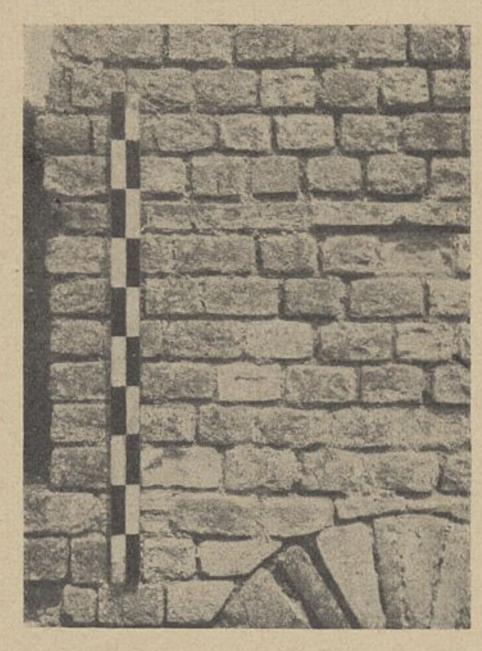


Abb. 2. Mauerwerk der Barbarathermen, Kalksteinverblendung mit Ziegeldurchschuß.

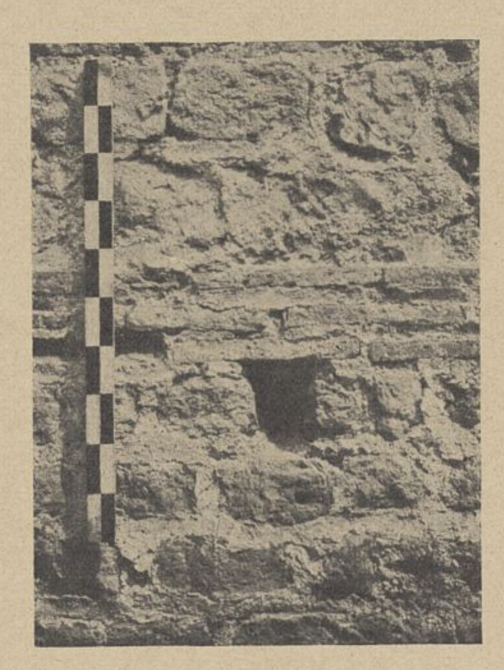


Abb. 3. Mauerwerk der Kaiserthermen, Kalksteinverblendung mit Ziegeldurchschuß.

Verblendmauerwerk hat die Forscher zu der Annahme veranlaßt, dieser Bau sei nicht verputzt gewesen. Meine Untersuchungen an Teilen des Mauerwerks der Arena ergaben jedoch, daß die Fugen geöffnet sind, um dem äußeren Verputz als wirksamer Träger zu dienen. Der Verputz bestand in der Arena aus einem Mörtel aus Kalk und fein gestoßenen Ziegelklein in der unteren Lage, in der oberen Lage aus Weißkalk oder Gips mit feinem Quarzsand; es kann kein Zweifel sein, daß diese oberen oder noch darauf folgenden, jetzt verlorenen Schichten stuckmäßig bearbeitet waren. Im südwestlichen Vormitorium besteht der noch reichlich erhaltene Putz aus einer einzigen 1—2½ cm starken Schicht aus Kalk mit feinem Quarzsand. Die Oberfläche ist leicht bräunlich gefärbt, farbige Bemalung mit Sockel und Lambris ist noch gut zu erkennen.

An anderen Stellen des Amphitheaters ist grauweißer bis roter Sandstein (wie Porte nigra) aus Steinbrüchen des Pfalzeler Waldes bei Trier verwendet. Aus ihm waren die Ueberwölbungen der Zuschauereingänge in der Längsachse, die Treppen, Sitzreihen und Architekturteile gearbeitet, wie die vorhandenen Reste lehren.

Abb. 2. Mauerwerk aus den Barbarathermen in einem der Lichthöfe aufgenommen.

Ebenfalls Kalksteinverblendmauerwerk mit Füllung aus Kalksteinbeton.

Quaderchen im Durchschnitt 14×7½ cm, Lagerfugen und Stoßfugen 1½ cm. Sparsamer Ziegeldurchschuß meist in einfacher Lage. Stärke der Ziegel 4—7½ cm, Größe verschieden. Mörtel: Weißkalk, quarzsandhaltiger mittelkörniger Bachkiesmörtel mit etwas Ziegelklein. Mauerwerk war verputzt mit Ziegelkleinmörtel in mehreren Lagen, an dieser Stelle bis insgesamt 12 cm stark. Oberfläche gebügelt.

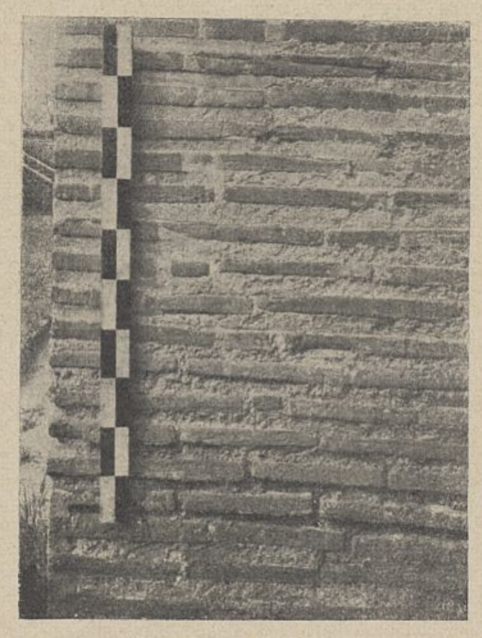


Abb. 4. Mauerwerk der Basilika, Ziegelverblendung.
(Oben links neuzeitlich ergänzt.)

Erbauungszeit: Anfang des 2. Jahrhunderts.

Abb. 3. Mauerwerk aus den Kaiserthermen. Aufnahme aus einem Kellergang. Füllmauerwerk aus Kalksteinbeton, Verblendung aus rohbearbeiteten Kalksteinen im Durchschnitt 16×12 cm, jedoch mit starken Abweichungen. Ziegeldurchschuß in den Fundament- und Kellermauern sparsam, oft in mehrfachen Lagen. Im Aufbau häufigere Verwendung der Ziegel, meist 2—3 Schichten Kalkstein und 2—3 Lagen Ziegeldurchschuß. Maße der im Mauerwerk verwandten Ziegel: 0,38×0,30, 0,33×0,25, 0,32×0,32 0,42×0,43, 0,52×0,28 0,54 × 0,29. Stärke der Ziegel: 2,5—4,0 cm. Fugen: Lagerfuge im Durchschnitt 2,5 cm, Stoßfuge 1,5—2,5; bei den Ziegeln = Stärke des Ziegels, Stoßfuge dagegen nicht ausgebildet, ihre Breite ergibt sich vielmehr durch die Unregelmäßigkeit der Kanten der Ziegel. Mörtel: reinweißer bis gelblicher Weißkalk mit mittlerem bis grobem Bachkies und feinem bis grobem Ziegelklein. Innerer Verputz nur in der Höhe der Hypokausten noch vorhanden, besteht aus mehrfachen Lagen von Kalk und Ziegelklein mit etwas Quarzsand. Außenputz nicht mehr nachweisbar, jedoch zweifellos vorhanden gewesen. Erbauungszeit Ende des 3. Jahrhunderts.

Abb. 4. Mauerwerk der Basilika, Verblendung ganz aus Ziegeln, innen wahrscheinlich Kalksteinbeton mit einzelnen Ziegeldurchschußschichten 1 m = 15 Schichten und 14 Fugen, Stärke der Ziegel 3—3,5 cm desgl. der Fugen. Mörtel: Weißkalk mit Ziegelklein und wenig mittelkörnigem Kiessand. Flächenmaße der Ziegel nicht bekannt, auf dem Lichtbild zeigt der linke obere Teil moderne Ziegel und modernen Fugenverstrich aus verlängertem Zementmörtel. Das Gebäude war verputzt mit stuckartigem starken Putz, der reichlich mit Malerei versehen war, wie es die in einigen Fensterleibungen erhaltenen Reste beweisen. Erbauungszeit Anfang 4. Jahrhundert. (Constantin.)

Das Mauerwerk am römischen Kern des Trierer Doms zeigt in der Verblendung abwechselnd 2—3 Schichten roh bearbeiteten Rotsandstein und 2—3 Schichten Ziegeldurchschuß. Es entspricht am meisten dem Mauerwerk der Kaiserthermen. Eine Abbildung zu geben hieße Verwirrung anrichten, da die ursprüngliche Struktur des Mauerwerkes infolge späterer Ueberarbeitung und Ausstrichs der Fugen nicht mehr sichtbar ist. Außenputz nicht nachgewiesen. Erbauungszeit zweite Hälfte des vierten Jahrhunderts.

Die Porta nigra ist aus Rotsandsteinquadern in 60 cm Schichthöhen errichtet ohne Verwendung von Mörtel. Quadern sind mit eisernen, eingebleiten Klammern verbunden.

Erbauungszeit umstritten, wahrscheinlich jedoch zusammen mit der Stadtmauer, also 2. Hälfte des dritten Jahrhunderts.

Die Strompfeiler der Moselbrücke bestehen aus verklammerten Blöcken aus Eifeler Basaltlava und sind in Caissons aus doppelten Spundwänden mit Tonzwischenfüllung gegründet.

Erbauungszeit umstritten.

Die römische Stadtmauer besteht zum größten Teil aus nicht lagerhaftem ortsständigem Rotschiefer mit Kalkkopfsteinverblendung, an der Moselseite aus Rotsandstein mit Kalksteinverblendung, man verwendete also das am nächsten anstehende Gestein. Der Mörtel



Abb. 5. Barbarathermen.
Zwischen wilder Schalung gestampftes Fundamentmauerwerk.

ist weniger sorgfältig zubereitet aus Weißkalk und Grubensand, hat rötlich-braune Farbe und zeigt nicht die stählerne Härte wie der Mörtel der oben beschriebenen Bauten. Das Mauerwerk zeigt weder in der Auswahl noch in der Bearbeitung die Sorgfalt, wie sie auf die Hochbauten verwendet wurde. Die Tatsache, daß die Stadtmauer bei einer Länge von rd. 6420 m etwa 170 000 cbm Mauerwerk enthielt, dürfte diese Erscheinung hinreichend erklären! Erbauungszeit: 2. Hälfte des 3. Jahrhunderts.

Aus der Auswahl des zur Herstellung der gemauerten Bauteile verwendeten Stein- und Mörtel-Materials und dessen Bearbeitung läßt sich eine zeitlich fortschreitende, aus den damaligen Bauerfahrungen und der Bestimmung der betreffenden Bauten hervorgehende Entwicklung feststellen, die an einigen technischen Einzelheiten erläutert werden soll.

Die Mängel des Amphitheater-Mauerwerks (Fehlen des Verbandes zwischen Verblend- und Füllmauerwerks, vergl. Vitruv Buch II Kap. 8 über daraus entstandene schwere Bauschäden!) werden abgestellt durch Verwendung des Ziegeldurchschusses, bei den Barbarathermen (2. Jahrhundert) in sparsamster, bei den Kaiserthermen (3. Jahrhundert) sowie bei der Basilika und dem Dom (4. Jahrhundert) in reichlicher Verwendung.

Der Bauprozeß wird beschleunigt dadurch, daß das Mauerwerk nicht mehr frei aufgeführt wird wie beim Amphitheater, sondern gegen Verschalung gemauert wird. Das Füllmauerwerk wird in der Folge eingestampft (Kaiserthermen, Barbarathermen). In den wirtschaftlich besseren Zeiten wird Kalkstein verwendet, am Ausgang des 4. Jahrhunderts kommt man auf den sonst nur bei Privatbauten üblichen Rotsandstein zurück (Dom). Die Verwendung des Ziegels

nimmt ebenfalls zu und erreicht seinen Höhepunkt beim Bau der Basilika, wo auch das Ziegelformat einheitlicher ist, während bei den früheren Monumentalbauten verschiedene Formate und Ziegelstärken auftreten, die den verschiedensten Ziegeleien entstammen. (Ziegelstempel!) Auch in statischer Beziehung treten wesentliche Aenderungen bei der Gestaltung des Mauerwerks ein: Bei dem Amphitheater sind unbelastete und belastete Mauerteile gleichmäßig stark ausgebildet und zeigen gleichartiges Baumaterial, bei den Barbarathermen sind die lasttragenden Mauerwerksteile durch große, fast cubische Sandsteinquadern gebildet, bei den Kaiserthermen die lasttragenden Mauerteile in Ziegelstein, meist ohne Füllmauerwerk aufgeführt, auch Verstärkungen der Ecken in den mit Kreuzgewölben überdeckten Räumen treten auf. Bei der Basilika ist die Wandfläche bereits deutlich in tragende und füllende Teile aufgelöst und bei dem Dom, der überwölbt war, tritt schon der Strebepfeiler auf. Die hierin enthaltenen Fortschritte werden dem klar, der Gelegenheit hatte, die außerordentlichen Stärken des Mauerwerks, das in den Fundamenten der Kaiserthermen stellenweise 6 m überschreitet, zu beobachten.

Auch auf die Fundamentierung wirken die technischen Erfahrungen der Jahrhunderte: Das Mauerwerk des Amphitheaters ruht zum größten Teil auf gewachsenem Schieferfelsen und zeigt als Unterlage eine 30—40 cm hohe doppelte Packlage aus mörtellosen Kalksteinen. Die Fundamente der Barbarathermen ruhen ebenfalls auf einer 40 cm hohen Packlage und Kalksteinen und sind, allerdings nur stellenweise in die mangelhaft ausgeschalte und abgesteifte Fundamentgrube eingestampft, Abb. 5. Die Packlage liegt daher nur in der Breite der Baugrube. Bei den Kaiserthermen sind die Baugruben für die Fundamente jedoch übermäßig breit ausgehoben, und zwar wiederum bis auf den gewachsenen Boden, so daß die Fundamentmauern frei aufgeführt werden konnten. Die Packlage ist dort 70 cm hoch, oben mit grobem Mörtel abgeglichen und tritt oft mehrere Meter vor die Fundamentsohle hervor; dort, wo sich die Mauern dichter folgen, ist sie einheitlich über große Flächen hinweggeführt. In der Sorgfalt der Fundamentierung zeigen die Kaiserthermen den Höhepunkt. Dort sind auch die Bankettabsätze der Fundamentmauern nicht durch Dossierung oder einfache Absätze gebildet, die mit einer starken Mörtellage schräg abgedeckten Mauerabsätze sind vielmehr mit Dachziegeln wie im Dachverband abgedeckt. Das Fundament der Stadtmauer ist teils in breiter Baugrube frei errichtet, teils ist der Fundamentgraben nur in den Boden eingeschnitten. Im letzteren Fall sind dann die Grabenwände durch Bohlen gesichert gewesen, die in dem betonartigen Mauerwerk Nuten hinterlassen haben, die wagerechten oder andreaskreuzartigen Versteifungen hat man vielfach mit eingemauert. Wagerechte Verschalung ist nur an wenigen Stellen nachgewiesen, in schwierigen Stellen des Fundamentes hat man die sonst in Abstand von rund 1,50 m aufgestellten Bohlen so vermehrt, daß ihre Abstände nur noch 60 cm betragen. Im Westhügel des Amphitheaters, wo man den gewachsenen Boden erst in großer Tiefe erreichte, ruht die Mauer auf Pfeilern, die mit Erdbögen verbunden sind.

Und nun noch etwas über die Verwendung des viel umstrittenen Ziegelkleinmörtels. Der Ziegelkleinmörtel ist seit Beginn der römischen Bautätigkeit in Trier überall da verwendet worden, wo er als Putzmörtel mit Wasser in Berührung kommen mußte, also beim Verputz von Wasserleitungen, Badebassins und als Außenputz, und zwar sowohl bei Privat- als bei Monumentalbauten. Ob die Ziegelbeischläge dem Putz tatsächlich bemerkenswerte hydraulische Eigenschaften geben, ist noch nicht genügend untersucht. Ihr Hauptzweck liegt wohl auf mechanischem Gebiet. Der Ziegelbeischlag ist infolge seiner Porosität befähigt, das Mörtelwasser aufzuspeichern und ein rasches Abbinden des Mörtels zu verhüten, er verhindert so die Rissebildung im Putz und Bodenbelag und ist deswegen gebraucht worden. Seine Oberfläche läßt sich leicht glätten, schleifen oder bügeln und diese Eigenschaft dürfte seine vielfache Verwendung eher begründen als seine zweifelhaften hydraulischen Vorzüge. Man hat ihn deswegen auch z. B. bei den Barbarathermen als Mörtel unter den Sandsteinquadern verwendet, um ein unvollkommenes Abbinden infolge der Aufsaugefähigkeit des Sandsteins zu verhindern, und zwar an Stellen des Fundaments, wo sonst Ziegelklein nicht verwendet ist. Im Mauerwerk selbst hat man Ziegelklein nur da gebraucht, wo es infolge Verwendung von Ziegeln reichlich vorhanden war, daher in sparsamster Weise bei den Fundamenten der Barbara- und Kaiserthermen, wo nur ganz geringer Ziegeldurchschuß vorhanden ist, reichlicher im aufgehenden Mauerwerk dieser Bauten und überreichlich bei der ganz mit Ziegeln verblendeten Basilika. Trotz der Güte der römischen Ziegel werden beim Transport zur und auf der Baustelle und durch Verwerfen von Ausschußstücken reichliche Abfälle entstanden sein, die geradezu zu ihrer Verwendung aufforderten. Ueber den Mörtel selbst ist nur zu sagen, daß das Bindemittel dolomitischer Weißkalk aus der Trierer Gegend ist, der auf der Grenze zwischen Luftkalk und hydraulischem Kalk steht. Der Mörtel ist stahlhart und oft härter als das Steinmaterial selbst, ist gut abgelöscht und gemischt. Ungelöschte oder schlecht gemengte Kalkteilchen sind nicht im Mörtel enthalten. Bei den unvollkommenen Brennmethoden der damaligen Zeit (römische Kalköfen in Gruben-, Meiler- und Ofenform sind verschiedentlich in der Umgebung Triers vorgefunden worden) waren die Kalkrückstände verhältnismäßig groß und es ist nicht zu verwundern, wenn z. B. bei den Kaiserthermen große Massen dieser Rückstände in Lagen von bis 60 cm Stärke über große Teile des Bauplatzes ausgebreitet sind.

Ueber die Arbeitsvorzüge bei der Errichtung des Mauerwerks ist noch viel zu wenig geforscht worden. Der jetzige Zustand der mit Mörtel errichteten Bauten Triers läßt fast nur bei den Kaiserthermen Schlüsse auf die Technik der Ausführung zu. Die außerordentliche Stärke der Stoßfugen (bis 5 cm) läßt es unmöglich erscheinen, daß die Verblendmauern frei errichtet sind, auch die Bearbeitung der Kalkkopfsteine, die nur schwach bearbeitetes Lager und Stoßseite aufweisen, nach der Tiefe zu jedoch ganz unregelmäßig, oft sogar stark keilförmig ablaufen, läßt es als sicher erscheinen, daß zunächst die Stirnwände gegen Schalung gebaut sind. Dies Bild des Mörtels, der sich so bündig an die Kopfseite der Steine gequetscht hat, daß das Mauerwerk aussieht, als ob es steinsichtig verfugt wäre, vervollständigt diesen Schluß. Eine nachträgliche Verfugung hat jedenfalls nicht stattgefunden, was der Befund des Mörtels ohne weiteres beweist. Nachdem dann die Stirnmauern in gewisser Höhe, meist 35—50 cm errichtet waren, wurde der Klamottenbeton des Füllmauerwerks eingebracht und eingestampft, auch hierzu war Grundbedingung, daß die Stirnmauer noch die Verschalung trug, denn Hohlräume weist das Füllmauerwerk nicht auf (im Gegensatz zum Amphitheater, wo es gemauert ist) und preßt sich fest gegen die Verblendsteine. So allein ist es zu erklären, daß eine derartig starke Fuge halten konnte, ohne herauszufallen. Aeltere Thesen, man hätte das erreicht durch Verwendung eines sehr steifen Mörtels oder dadurch, daß man dem Mörtel ungelöschtes Kalkpulver zusetzte, haben keinerlei Unterlage im Befund der Mauern.

Auch die Gewölbe der Kellergänge sind auf Schalung gemauert; da die Gewölbesteine dort auf eine Mörtelunterlage gesetzt sind, sind die Brettabdrücke heute noch an allen Stellen deutlich zu sehen.

Die Gerüstlöcher am Mauerwerk der Kaiserthermen sind rund, haben einen Durchmesser von nur 5½—9 cm und reichen oft über einen Meter tief in das Mauerwerk hinein. Sie beweisen, auch wenn für die Hebel schwaches, aber außerordentlich hartes Holz verwendet worden ist (Eibe, Olive u. dergl.), daß der Transport und die Lagerung der Materialien auf den Mauern selbst stattfand, die ja außerordentlich breit waren. Das tiefe Einbinden der Hebelstangen kann nur den Zweck gehabt haben, die schwache Verblendung vor dem Druck der Hölzer zu schützen, aus diesem Grunde sind auch bei schwächeren Mauern (etwa von 1,20 m ab) die Hebel durch die Mauern hindurchgeführt. Damit beim Herausziehen der Hebel das Mauerwerk nicht beschädigt werden konnte, ist das Hebelloch meistens durch Ziegel abgedeckt, an einer anderen Stelle ist der Hebel durch Drainrohre hindurchgeführt worden, so daß er mühelos entfernt werden konnte. Beim Herausnehmen der Hebel hat sich der Außenmörtel meist gelöst und ist herausgefallen. (Vergl. Abb. 3.) Als wagerechte Abstände der Gerüstlöcher wurden 0,60—1,35 m gemessen, als senkrechte durchschnittlich 1,50 m.

Das verwendete Ziegelmaterial ist von einer Härte und Güte, daß es sich empfehlen würde, auch hier gründliche Untersuchungen auszuführen. Denn unsere heutigen besten Hintermauerungssteine können sich trotz aller Fortschritte der Technik mit den römischen nicht messen. Selbstverständlich war den Römern eine sehr peinliche Auswahl der Ziegelerde, ein langsamer (oft jahrelanger! vergl. Vitruv. lib. II, Kap. III) Trocknungsprozeß und eine scharfe Auswahl der gebrannten Steine. Die Ziegel wurden offenbar gestrichen, **nicht** aus dem Kuchen geschnitten, was man daran erkennen könnte, daß beim Schneiden Kiesel mitgehen, die auf den Schneideflächen infolgedessen kürzere oder längere Rinnchen hinterlassen, sie sind vielfach leicht besandet und sind liegend getrocknet (Spur von Hunden, Katzen, Ziegen u. dergl.). Die Oberfläche ist vor allem bei den Platten, die als Wandbelag dienten, durch Kämme in den verschiedensten Mustern aufgerauht, um ein besseres Haften des Putzes zu gewährleisten.

Tausende von Fremden besuchen jährlich die römischen Ruinen Triers und von Hunderten von Fachleuten hört man schließlich die eine Frage, die die Betrachtung der hohen Mauerreste auslöst: „Wie haben die Architekten jener Zeit, denen die wissenschaftlichen Hilfsmittel unserer Tage nicht zur Verfügung standen, so fest und sicher bauen können?"

Mögen diese Zeilen dazu beitragen, das Interesse für die Zeugen jener Kulturepoche und einer hochentwickelten Bautechnik zu heben, und mögen weitere Untersuchungen das für unsere heutige Zeit noch Brauchbare ergründen und verwerten helfen!

Eine statische Untersuchung des Turmhelmes des Freiburger Münsters.

Vom Dipl.-Ing. **H. Fritz** in Freiburg i. Br.

Jede hohe Idee durch die selbstbewußte, kraftvolle Aeußerung eines genialen Künstlers, verwirklicht in einem Kunstwerk, hat noch allzeit die Menschheit in ihren Bann gezogen. So wird dem empfänglichen Beschauer auch Freiburgs Turm mit seiner unvergleichlich schönen steinernen Pyramide zu einem Erlebnis von überwältigender Größe. Auf acht schlanken Pfeilern mit weiten Bogen überspannt ragt dieser Helm aus der wimpergreichen und mit Fialen geschmückten Turmkrone steil und leicht empor. Seine reine, geistverklärte Schönheit fesselt Auge und Sinn so vollkommen, daß über eine unbestimmte Ahnung hinaus, auch vor einem technischen Kunstwerk zu stehen, nur selten jemand eine deutliche Vorstellung zu gewinnen sucht, inwiefern sich hier eine konstruktive Großtat des Mittelalters zeigt.

Die tiefe Bedeutung der Leistung unseres Freiburger Meisters liegt nicht in dem Größenausmaß seines Helmes, obwohl sich dieser zu der immerhin sehr beträchtlichen Höhe von 45,25 m, gemessen vom Boden des Umganges an seinem Fuße bis zum Beginn der Wetterfahne, erhebt. Ein flüchtiger Ueberblick über das, was die vorangegangene Zeit an gleichartigen Großkonstruktionen ausgeführt hat, macht uns mit älteren Bauten bekannt, die sich in dieser Hinsicht neben Freiburg stellen können. Der Turmhelm von la Trinité zu Vendôme, gegen 1150 vollendet, ist mit 36 m Höhe bei einer sehr kleinen Wandstärke, unten 50 cm und nach zwei Abstufungen oben 30 cm, von unserm Helm nicht mehr weit entfernt; dann hat der alte Turm von Chartres (1140—1170) rund 150 Jahre vorher dieselben Größenabmessungen erreicht, ohne an Konstruktionsstärken erheblich über Freiburg hinauszugehen. Chartres Helm ist 45 m hoch und seine Wandstärke nimmt von 80 cm am Fuß auf 30 cm an der Spitze ab; die entsprechenden Maße am Freiburger Helm sind unten 57—58 cm und oben 42,5 cm. Auch der einstige Turm von St. Denis (1215) muß in diesem Zusammenhange genannt werden; er stand unter den angeführten älteren Bauten mit 38,5 m Helmhöhe an zweiter Stelle.[1]) Wohl mangelt jeglicher Beweis für eine unmittelbare Abhängigkeit Freiburgs von diesen französischen Großkonstruktionen; aber wir dürfen annehmen, daß sie in den bedeutenderen Bauhütten bekannt waren, in denen sich bei der Freizügigkeit und dem dadurch bedingten steten Wechsel der Hüttenmitglieder ein reicher Schatz von Wissen und Erfahrung ansammeln konnte. Andererseits hat unser Meister sehr wahrscheinlich das eine oder andere dieser Bauwerke selbst gesehen, denn neben einer Reihe von konstruktiven Einzelheiten am Turm verweist uns auch sein formales Können mit Notwendigkeit auf ein inniges Verhältnis zur französischen Kunst seiner Zeit. Mit ihr konnte er sich nur in Frankreich selbst vertraut gemacht haben. Wir gehen darum kaum fehl, uns in dem unbekannten Freiburger Meister einen vielgereisten Mann vorzustellen, der weite Teile Frankreichs durchwandert und sich wie Villard de Honnecort in ein Skizzenbuch eingezeichnet hat, was ihm von all den Eindrücken, die er empfangen, des Festhaltens wert schien.

Durch das Aufsuchen solcher Beziehungen zu primitiveren Vorstufen, die uns nur eine weitere Bestätigung des alten Dogmas von der unbedingten Abhängigkeit des Kunstwerkes wie des Künstlers von der Tradition geben, kann die einzigartige Stellung des Freiburger Turmes im Kreise seiner mittelalterlichen Brüder nicht herabgedrückt werden. Sein Meister war in formalem wie konstruktivem Sinne im höchsten Maße schöpferisch tätig. Unbeirrt durch alte und feste Gewohnheit hat er von den Vorgängern jede Anregung aufgegriffen und diese, ausgestattet mit einer glänzenden Kombinationsgabe und getragen von eigenem genialen Können, zu seinem unübertrefflichen Bauwerk geformt. Wir müssen es uns hier versagen, im einzelnen auch nur die wichtigeren Punkte hervorzuheben; die formale Seite ist überhaupt gänzlich beiseite gelassen, sie tritt trotz ihrer in der allgemeinen Wertung allein behaupteten Sonderstellung zurück gegenüber der weniger leicht auffindbaren konstruktiven Bedeutung dieses Helmes. Soweit sich erkennen läßt, waren Vendôme, Chartres, St. Denis und alle anderen romanischen und gotischen Helme vor Freiburg Kegelhelme, steinerne Hohlpyramiden, deren Seitenflächen man gelegentlich wie in Senlis und an einigen Bauten der Normandie zur Massenerleichterung zu durchbrechen begann. Die Kunstgeschichte hat sich daran gewöhnt zu sagen, daß in Freiburg diese Durchbrechungen zuerst zu einem klaren, ausgezeichneten System erhoben wurden. Selbst ein Viollet-le-Duc sieht darin nur eine Vervollkommnung einer einmal eingeschlagenen Richtung, wenn er schreibt: „les architectes gothiques devaient nécessairement en venir là: ils n'y manquèrent pas."[2]) Die Richtigkeit dieser Behauptung kann an sich nicht bestritten werden, doch hat der Freiburger Meister einen viel weitergehenden Schritt im konstruktiven Gedanken getan. Freiburgs Helm ist keine steinerne Pyramide mehr, er ist ein riesenhaftes Gewölbe, dem die äußere Form der Pyramide gegeben wurde. Dies ist letzten Endes die entscheidende Tat! Darin liegt das Neue, das vom Bisherigen völlig Verschiedene, die absolute Originalität! Nicht im Auftürmen von Steinmassen durch Vorkragung suchte unser Meister den rohen Stein nach seinem Riesengedanken zu zwingen, sondern im überlegten Eingehen auf den Baustoff, im Eindringen in die lastende Schwere des Materials und im Aufspüren der Energiewege zwischen den tragenden und getragenen Bauteilen. Mit folgerichtiger Notwendigkeit baute er seine neue Idee aus und verwob in sie alle am Kegelhelm erprobten Erfahrungen, soweit sie ihm verwertbar schienen. Die Rippen des Gewölbes wandelte der Meister zu den Helmgraten, die füllenden Kappen zu den Helmseiten um. Indem er diese ganz in Maßwerk auflöste, nahm er ihnen jede unnötige Schwere. In der einfachsten Form bot dieses Gebilde keine Gewähr ausreichender Stabilität. Die großen durchbrochenen Kappenflächen verlangten eine Unterteilung, die in regelmäßig angeordneten Querstegen von Grat zu Grat vollzogen wurde; sie zeigen sich uns als die den Helm in sieben Maßwerkzonen und das Maßwerk der Seiten in ebenso viele Felder teilenden Steinringe.

Trotz der völlig veränderten konstruktiven Idee wußte sich der Meister von dem bisherigen äußeren Bild der Steinpyramide nicht völlig freizumachen. Er arbeitete die Träger seiner Konstruktion nicht äußerlich sichtbar mit der seinem neuen Baugedanken innewohnenden Schärfe heraus, sondern hielt am hergebrachten flächenhaften Helmbild fest und legte Grate und Steinringe samt der abschließenden Helmwand in eine Flucht. Den zahlreichen Nachahmern von Freiburg blieb es vorbehalten, auch nach außen hin das Konstruktionsprinzip unseres Meisters durchzuführen und das einmal angewandte neue System für die Ausbildung gotischer Steinhelme in augenfälligerer Form zum Ausdruck zu bringen.

Das konstruktive Helmgerippe aus Graten und Steinringen mit dem dazwischen eingefügten Maßwerk als Verstrebung der aus ersteren gebildeten Rahmen weist uns von selbst bei der statischen Beurteilung des Bauwerkes auf die mehr neuzeitliche Auffassung als Kuppelfachwerk hin. Schon Dr. G. Moller hat in einem Anhang zu seinem Tafelwerk über das Freiburger Münster sich in ähnlichem Sinne geäußert, indem er diese Helmkonstruktion in Parallele setzt mit der Bohlenkuppel eines Philibert de l'Orme.[3]) Die Verwandtschaft beider Konstruktionen ist offensichtlich genug. Später ging auch Ungewitter auf den Rahmenbau bei gotischen Maßwerkhelmen ein, er konnte sich jedoch nicht entschließen, schon beim Freiburger Helm diese Konstruktionsmethode als klar vorhanden anzuerkennen, weil die Rahmen im Gegensatz zu den Füllungen nicht deutlich genug betont seien.[4]) Letzteres ist nach obigen Ausführungen wohl richtig, aber das Wesen des Rahmenbaues verlangt keineswegs eine sichtbare Scheidung von Rahmen und Füllung.

Wenn es hier unternommen wird, die im Freiburger Turmhelm wirkenden statischen Kräfte nach ihrer Größe und Kraftrichtung als Zug oder Druckspannungen zum Gegenstand einer kurzen Erörterung zu machen, so kann dies nicht dem Zwecke dienen, auf Grund unserer heutigen wissenschaftlich aufgebauten Methoden ein Musterbeispiel für die Berechnung von steinernen Turmhelmen an Hand eines jahrhundertelangem Bestand bewährten Baues vorzuführen. In diesem Sinne aufgefaßt wäre völlig nutzlose Arbeit geleistet, denn ein solch praktisches Bedürfnis besteht nicht. Ebensowenig soll damit der Versuch verbunden sein, dem mittelalterlichen Meister irgendeine uns verloren gegangene Berechnungsart unterzuschieben, weil ein derartiges Beginnen von vornherein zu einem Mißerfolg verurteilt sein müßte; und endlich den schlechtesten Gebrauch von dem Ergebnis unserer Untersuchung würden wir zweifellos dann machen, sobald wir daran eine ganz unangebrachte Kritik der mittelalterlichen Leistung anknüpfen wollten, um sie in Vergleich zu setzen mit unserem derzeitigen Streben, die statischen Erfordernisse des Bauwerkes und den Materialverbrauch stets auf das knappste Maß gegeneinander abzuwägen und nicht zuletzt auch behördlichen Vorschriften zu genügen. Der mittelalterliche Meister beugte sich nur

[1]) Viollet-le-Duc., Dictionaire raisonné de l'architecture française, Paris 1875. Für Vendôme: Bd. III, S. 354, 357 u. 358. Für Chartres: Bd. III S. 365, 362 und Bd. V S. 433. Für St. Denis: Bd. V S. 438 und 439.

[2]) Viollet-le-Duc. a. a. O. Bd. III S. 395.

[3]) Dr. G. Moller, Denkmäler der deutschen Baukunst. 2. Lief. Der Münster zu Freiburg i. Brg., Darmstadt. (1826?)

[4]) Ungewitter-Mohrmann, Lehrbuch der got. Konstruktionen, III. Auflage. Leipzig 1890 u. 1892. 2. Bd. S. 601.

technischen Notwendigkeiten und formalästhetischen Forderungen. Andere Gründe haben uns dazu veranlaßt, in großen Zügen ein zuverlässiges Bild der Helmstatik zu entwerfen.

Bei einem aufmerksamen Durchblättern der gesamten Literatur über das Freiburger Münster gewahrt man bunt zerstreut eine Fülle von unrichtigen Vorstellungen über die Konstruktion und statischen Verhältnisse des Turmhelmes, daß sich daraus schon eine ausreichende Berechtigung zur Klärung dieser irrigen Ansichten herleiten möchte. Aber mehr als dies allein, ist durch solche willkürliche Entscheidungen eine große Unsicherheit geschaffen worden und eine beträchtliche Verwirrung in mancherlei Fragen hineingeraten, die mittelbar nur auf Grund genauer Kenntnis des Kräfteverlaufs im Turmhelm zu entscheiden waren. Es genügt wohl der Hinweis auf den in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1923, Heft 10—12, erschienenen Aufsatz über die Schwellung des Turmhelmes, deren Notwendigkeit aus konstruktiven Gründen mit ihrem günstigen oder ungünstigen Einfluß auf die Stabilität des Helmes steht oder fällt. Aehnlich verhält es sich mit der Beurteilung der Eisenringe, die in jeden Steinring eingelegt sind. Von Redtenbacher wurden sie wegen der Blitzgefahr sehr bemängelt[5]), in dem Gutachten über den baulichen Zustand des Münsters der Sachverständigen von 1889, sowie von mancher anderen Seite ist ihnen eine wichtige Rolle bei der Konstruktion des Turmes zugeschrieben[6]), und Architekt Kempf behauptet noch 1922, daß sie als Sicherheitsmaßnahmen gegen Winddruck dienen sollen.[7]) Ueberall wird der Helm als eine kühne Konstruktion bezeichnet; kühn, nicht immer nur im Sinne einer außerordentlichen Leistung, die ein ungeheures Selbstvertrauen des ausführenden Meisters zur Voraussetzung hatte, sondern oft auch in der Bedeutung von zu schwach, nur eben noch ausreichend bemessen. Die sehr weitgehende Auffassung Redtenbachers, nach der sich der Turmhelm in einem labilen Gleichgewichtszustand befinde und ständig zum Zusammensturz hinneige[5]), bedarf kaum einer Widerlegung durch den zahlenmäßigen Nachweis der unbedingten Haltbarkeit dieser mittelalterlichen Konstruktion angesichts dessen, daß der Turm 6 Jahrhunderte ohne jedes Zeichen einer konstruktiven Schwäche überdauert hat. Mit der Berichtigung der vielen Irrtümer, wie sie sich von einer Arbeit in die nachfolgenden weiterschleppten und da auf ein geringeres Ausmaß reduziert wurden, dort wieder einen Zuwachs erhielten, kann aber unser Zweck nicht erschöpft sein. Regeres Interesse dürfte die Feststellung beanspruchen, wieweit der mittelalterliche Meister materialstofflich zu denken imstande war, bis zu welchem Grade er sich eine klare Vorstellung von dem Richtungsverlauf der Kräfte gebildet hatte, und wie nahe das Mittelalter mit seinen vermutlich nur der Erfahrung abgelauschten Kenntnissen der modernen statischen Wissenschaf gekommen ist. Wir wissen nicht, ob damals irgendwelche feste Theorien bestanden haben, nach denen man bei der konstruktiven Planung der Bauten verfuhr. Außer an einigen spärlichen Nachrichten, die einen Rückschluß zulassen auf einfache, aber treffende Ueberlegungen der alten Meister bei der Materialverwendung, bei den Stabilitätsforderungen lotrechter Wände, dann bezüglich der Druckverhältnisse im Gewölbe und des Gegendruckes der Streben sehen wir nur an den in meisterhafter Vollendung durchgebildeten konstruktiven Systemen seiner Bauten, was dem Mittelalter an statischem Feinsinn sicherer Besitz war. Wie es aber zu diesem Besitz gelangte, bleibt uns verborgen. Es liegt auf der Hand, daß der Weg zu diesem Geheimnis, mag sich nun die bisher übliche Annahme einer rein empirischen Entwicklung bewahrheiten, mögen sich gelegentlich ganz andere Gesichtspunkte dafür Geltung verschaffen, wohl nur im näheren Eingehen auf die Technik der alten Bauten gefunden werden wird.

Abb. 1. System der Helmkonstruktion.

Die Grundlage der folgenden Berechnung ist eine möglichst genaue Gewichtsbestimmung des ganzen Turmhelmes, wobei das zumeist benutzte Verfahren nur überschlägiger Annahmen nicht angewendet wurde. Unter Einsatz eines Steingewichts von 2250 kg/cbm ergaben sich die Tabellenwerte. Die Neigungswinkel α bezeichnen die durchschnittlichen Gratneigungen in den jeweiligen Helmzonen.

Gewichtstabelle.

Gewicht in Kilogramm			Neigungswinkel		
			α	Grad	Min.
Helmspitze	69 000	Q_1			
Zone VII	38 700		α_1	80	38
Zone VI	49 700	Q_2	α_2	81	2
Zone V	64 700	Q_3	α_3	81	11
Zone IV	73 510	Q_4	α_4	81	50
Zone III	97 600	Q_5	α_5	82	35
Zone II	110 850	Q_6	α_6	82	43
Zone I und Helmfuß	179 240	Q_7	α_7	83	3
Gesamthelm	683 300	ΣQ	α'	81	41

Außer einer Beanspruchung des Helmes durch sein Eigengewicht findet nur noch eine solche durch Winddruck statt; dieser soll gesondert behandelt werden.

Oben wurde auseinandergesetzt, daß der Helm konstruktiv ein Gewölbe oder Kuppelfachwerk darstellt und danach zu berechnen ist. Die Schwellung der Helmgrate, so gering sie an sich erscheinen mag, kann nicht außer acht gelassen werden. Deshalb verbietet sich die einfache Berechnungsart nach einem Turmhelm mit geraden Gratsparren, und es muß die etwas umständlichere nach einem Kuppeldach mit gegliedertem System Platz greifen. Entsprechend dem Zweck dieser Berechnung können die Unterschiede der einzelnen Gratbelastungen unberücksichtigt bleiben, die sich aus der Unregelmäßigkeit des Achteckgrundrisses ergeben; sie gehen in den Zonenabschnitten nicht über einige hundert Kilogramm hinaus.

Die Abbildung 1 veranschaulicht das Kuppelsystem. Darin bezeichnen:

$D_1; D_2; D_3$ . . . . Die Druckkräfte in den Gratsparren.
$T_1; T_2; T_3$ . . . . Die Spannkräfte in den Steinringen.
$N_1; N_2; N_3$ . . . . Die Spannkräfte in den Maßwerkstreben.
$\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3$ . . . . Die Neigungswinkel der Zonenabschnitte.
$\beta_1; \beta_2; \beta_3$ . . . . Die Neigungswinkel zwsichen Gratsparren und Maßwerkstreben.
ferner: n Die Anzahl der Gratsparren.

I. Berechnung aus dem Eigengewicht des Helmes[8]).

A. Druckbeanspruchung der Gratsparren.

$$D_1 = \frac{Q_1}{n \cdot \sin \alpha_1} = \frac{107\,700}{8 \cdot \sin 80^0\,38'} = 13\,645 \text{ kg}$$

$$D_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{n \cdot \sin \alpha_2} = \frac{157\,400}{8 \cdot \sin 81^0\,2'} = 19\,918 \text{ kg}$$

Von Interesse ist erst wieder der Wert für D_4, weil hier vor dem Mauerabsatz im Helm ein Größtwert von Druck auf einen kleinsten Querschnitt entfällt.

$$D_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{n \cdot \sin \alpha_4} = \frac{295\,610}{8 \cdot \sin 81^0\,50'} = 37\,338 \text{ kg}$$

D_5 und D_6 wirken auf gleiche Querschnittsgrößen; deshalb kann die kleinere Kraft D_5 übergangen werden.

$$D_6 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6}{n \cdot \sin \alpha_6} = \frac{504\,060}{8 \cdot \sin 82^0\,43'} = 63\,520 \text{ kg}$$

$$D_7 = \frac{\Sigma Q}{n \cdot \sin \alpha_7} = \frac{683\,300}{8 \cdot \sin 83^0\,3'} = 86046 \text{ kg}$$

[5]) R. Redtenbacher, Nachträgliches über den Turmhelm am Freiburger Münster, Kunst-Chronik, Beiblatt der Zeitschrift für bildende Kunst. 11. Bd. 1876. Nr. 51, S. 813.

[6]) Veröffentlicht im Zentralblatt der Bauverwaltung. X. Jahrg. 1890. Nr. 26 A, S. 269.

[7]) Fr. Kempf, Wiederherstellungsarbeiten am Westturm des Freiburger Münsters, Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1922, S. 131.

[8]) Die mathematischen Unterlagen sind entnommen aus: Hütte, 20. Aufl. Berlin 1909. III. S. 326.

Es wirken: D_1 in einem Querschnitt von $q_1 = 2173$ qcm
D_2 u. D_3 „ „ „ „ $q_2 = 2198$ qcm
D_4 „ „ „ „ $q_4 = 2580$ qcm
$D_5 - D_7$ „ „ „ „ $q_7 = 3487$ qcm

Daraus ergeben sich für die Gratstäbe Druckbeanspruchungen von:

$$D_1 = \frac{13\,645}{2173} = 6{,}28 \text{ kg/qcm}$$

$$D_2 = \frac{19\,918}{2198} = 9{,}062 \text{ kg/qcm}$$

$$D_4 = \frac{37\,338}{2580} = 14{,}472 \text{ kg/qcm}$$

$$D_6 = \frac{63\,520}{3487} = 18{,}216 \text{ kg/qcm}$$

$$D_7 = \frac{86\,046}{3487} = 24{,}66 \text{ kg/qcm}$$

Wir rechnen heute mit einer zulässigen Beanspruchung des Sandsteinmaterials auf Druck von durchschnittlich 25 kg/qcm.

Am Turmhelm ist sie also nirgends überschritten; nur in D_7 annähernd erreicht. Vergegenwärtigen wir uns aber die formale Ausbildung des Helmes in der ersten Helmzone, so ergibt sich, daß das Gewicht dieser Zone nicht von den zugehörigen Gratstäben D_7 getragen wird, sondern von der Helmbasis, der Achteckhalle. Der Wert von D_7 mit 24,66 kg/qcm ist also nur theoretisch vorhanden; in Wirklichkeit wird D^6 mit 18,216 kg/qcm als Maximalwert anzusprechen sein.

B. Die Spannkräfte in den Steinringen.

Positive Werte geben Zug- und negative Werte Druckkräfte.

$\frac{\pi}{n} = 22^1/_2{}^0$ unter Annahme eines regelmäßigen Achteckquerschnittes.

$$T_1 = -\frac{Q_1 \cdot \text{cotg}\,\alpha_1}{2 \cdot n \cdot \sin\frac{\pi}{n}} = -\frac{107700 \,.\, \text{cotg}\,80^0 38'}{2 \,.\, 8 \,.\, \sin\,22^0\,30'} = -2901{,}5 \text{ kg (Druck)}$$

$$T_{2\,\max} = +\frac{Q_1 \cdot \text{cotg}\,\alpha_1 - (Q_1 + Q_2) \cdot \text{cotg}\,\alpha_2}{2 \cdot n \cdot \sin\frac{\pi}{n}}$$

$$= +\frac{107\,700 \cdot \text{cotg}\,80^0\,38' - 157\,400 \cdot \text{cotg}\,81^0\,2'}{2 \cdot 8 \cdot \sin\,22^0\,30'} = -1154{,}5 \text{ kg (Druck)}$$

$$T_{5\,\max} = +\frac{(Q_1+Q_2+Q_3+Q_4) \cdot \text{cotg}\,\alpha_4 - (Q_1+Q_2+\ldots+Q_5) \cdot \text{cotg}\,\alpha_5}{2 \,.\, n \,.\, \sin\frac{\pi}{n}}$$

$$= +\frac{295610 \cdot \text{cotg}\,81^0\,50' - 393210 \cdot \text{cotg}\,82^0\,35'}{2 \cdot 8 \cdot \sin\,22^0\,30'} = -1431{,}0 \text{ kg (Druck)}$$

$$T_{7\,\max} = +\frac{(Q_1+Q_2+\ldots+Q_6) \cdot \text{cotg}\,\alpha_6 - \Sigma Q \cdot \text{cotg}\,\alpha_7}{2 \cdot n \cdot \sin\frac{\pi}{n}}$$

$$= +\frac{504060 \cdot \text{cotg}\,82^0\,43' - 683300 \cdot \text{cotg}\,83^0\,3'}{2 \cdot 8 \cdot \sin \cdot 22^0\,30'} = -3080{,}7 \text{ kg (Druck)}$$

Die Querschnittgröße für $T_1 - T_4$ ist $q_1 = 1026$ qcm
für T_5 „ $q_5 = 1713$ qcm
für T_7 „ $q_7 = 2400$ qcm

Die Steinringe erfahren also durch die horizontalen Stabkräfte Beanspruchungen von:

$$T_1 = -\frac{2901{,}5}{1026} = -3 \text{ kg/qcm (Druck)}$$

$$T_5 = -\frac{1431}{1713} = -0{,}83 \text{ kg/qcm (Druck)}$$

$$T_7 = -\frac{3080{,}7}{2400} = -1{,}25 \text{ kg/qcm (Druck)}$$

Infolge der Belastung durch das Eigengewicht treten in den Steinringen nur sehr geringe Druckkräfte auf, welche im Schwellungsmaximum einen Kleinstwert erhalten. Zugkräfte sind gar nicht vorhanden. Die Einlage von eisernen Ringankern in die Steinringe zur Aufnahme von Schubkräften ist daher völlig überflüssig. Berücksichtigen wir aber, daß wir an dem steinernen Helm keine eigentlichen Knotenpunktsbelastungen kennen, sondern daß die Maßwerkflächen ihr Gewicht durch die Maßwerkstreben auf die Grate übertragen, wodurch in diesen Horizontalschübe — wenn auch von geringem Ausmaß — erzeugt werden, denen nur kleine Druckkräfte T (abgesehen von dem Gratdruck D) entgegenstehen, so lassen sich die eisernen Ringanker als eine nicht gerade notwendige, doch schließlich als eine noch zu rechtfertigende Sicherheitsmaßnahme ansehen.

Im Mauerring, der Turmkrone, wird:

$$T_{8\,\max} = +\frac{\Sigma Q \cdot \text{cotg}\,\alpha_7 - (\Sigma Q + Q_8) \cdot \text{cotg}\,\alpha_8}{2\,n \cdot \sin\frac{\pi}{n}};$$

In dieser Gleichung ist $\alpha_8 = 90^0$ einzusetzen; daher $\text{cotg}\,\alpha_8 = 0$; und

$$T_{8\,\max} = +\frac{\Sigma Q \cdot \text{cotg}\,\alpha_7}{2 \cdot n \cdot \sin\frac{\pi}{n}} = +\frac{638\,300 \cdot \text{cotg}\,83^0\,3'}{2 \cdot 8 \cdot \sin\,22^0\,30'} = +13630 \text{ kg (Zug)}$$

Welchen Anteil dieser Zugkraft das Mauerwerk, welchen der eiserne Ringanker im Helmfuß aufnimmt, ist bei der statisch unbestimmten Auflagerung des Helmes nicht zu ermitteln. Jedenfalls muß der Ringanker so stark sein, daß er den ganzen Zug aufzunehmen imstande ist. Setzen wir die zulässige Zugbeanspruchung des alten Eisens auf 1000 kg/qcm fest, so wäre ein Eisenquerschnitt erforderlich von

$$q = \frac{13\,630}{1000} = 13{,}63 \text{ qcm}$$

Der tatsächliche Querschnitt des Ringankers am Turmhelm in dem deckenden Plattenkranz der Achteckhalle beträgt $4 \times 5 = 20$ qcm.

C. Der Horizontalschub am Helmfuß.

1. H ergibt sich als resultierende Kraft aus zwei Zugkräften T_8, die in den Richtungen zweier aufeinanderfolgender Achteckseiten des Helmes liegen. Auf graphischem Wege (Abb. 2) ermitteln wir einen Wert von

$$H = 10\,400 \text{ kg}$$

2. $H = D_7 \cdot \cos\alpha_7 = 86\,046 \cdot \cos 83^0\,3' = 10\,412$ kg.

Dieser Schub kommt auf die Achteckhalle nicht zur Auswirkung unter der Annahme, daß der Ringzug T_8 von dem eisernen Ringanker aufgenommen wird.

D. Die Spannkräfte in den Maßwerkstreben.

$$N_1 = \frac{Q_1 - Q_1}{n \cdot \sin\alpha_1 \cdot \text{co-}\beta_1} = 0; \qquad N_2 = \frac{(Q_1+Q_2)-(Q_1+Q_2)}{n \cdot \sin\alpha_2 \cdot \cos\beta_2} = 0$$

u. s. f. Alle Maßwerkstreben sind also spannungslos, solange nur das Eigengewicht des Helmes in Betracht gezogen wird[9]). Dennoch sind die Streben nicht zwecklos, sie müssen im vorliegenden Falle sowohl zur Unterstützung der Steinringe, als auch zur Uebertragung des Gewichtes der Helmseitenflächen auf die Grate dienen.

II. Einfluß der Helmschwellung auf die Stabkräfte.

Mit dieser Untersuchung soll vor allem dargelegt werden, ob der Schwellung eine Bedeutung bezüglich der Stabilität des Helmes zukommt, ob sie also aus konstruktiven Gründen angeordnet sein kann oder nicht.

A. Einfluß auf die Gratstabkraft D.

Unter Berücksichtigung der Schwellung hatte sich für D_7 ein Wert von 86 046 kg ergeben. Berechnet man den Gratdruck D' unter Annahme eines geraden Turmhelmes mit dem durchschnittlichen Neigungswinkel $\alpha' = 81^0\,41'$, so wird:

$$D' = \frac{\Sigma Q}{8 \cdot \sin\alpha'} = \frac{683\,300}{8 \cdot \sin 81^0\,41'} = 86\,320 \text{ kg},$$

d. h. die Schwellung bewirkt, daß die Gratstabkräfte unbedeutend kleiner sind. (Nur in den unteren Helmzonen gültig; in den oberen werden die Druckkräfte D etwas größer als beim geraden Helm. Das jeweilige Differenzmaß ist aber ohne Belang.)

B. Einfluß auf die Ringspannung T.

Betrachten wir den Ausdruck für T_2

$$T_{2\,\max} = +\frac{Q_1 \cdot \text{cotg}\,\alpha_1 - (Q_1+Q_2)\,\text{cotg}\,\alpha_2}{2\,n \cdot \sin\frac{\pi}{n}}$$

$$= +\frac{Q_1\,(\text{cotg}\,\alpha_1 - \text{cotg}\,\alpha_2)}{2\,n \cdot \sin\frac{\pi}{n}} - \frac{Q_2 \cdot \text{cotg}\,\alpha_2}{2\,n \cdot \sin\frac{\pi}{n}};$$

Das erste Glied der Gleichung zeigt die Abhängigkeit der Ringspannung von dem Winkel, den die beiden Gratstäbe D_1 und D_2 miteinander bilden. Der größte Teil der Stabkraft D_1 geht in den Gratstab D_2, nur eine kleine wagrechte Kraft h beansprucht den Ringstab auf Zug. (Abb. 3.) Bei unserm Helm bleibt diese Horizontalkraft h so klein, daß sie durch den stets größeren Ringdruck kompensiert erscheint, wie sich aus I. B. ergibt.

Je größer die Winkeldifferenz, mit andern Worten, je stärker die Schwellung ausgeführt ist, desto größer ist auch die unerwünschte Zugkraft h. Es kann also bei augenfälligerer Schwellung als vorhanden der Fall eintreten, daß diese Zugkraft h den Ringdruck überwiegt. Dann wäre die Einlage von eisernen Ringankern in die Steinringe ein unbedingtes Erfordernis. Nach diesen Ueberlegungen stellt sich die Schwellung offenbar als nachteilig für die Standfestigkeit des Helmes heraus. Eine gerade Linienführung oder selbst eine leichte Einsenkung der Grate hätte durch die Vergrößerung des Ringdruckes statisch günstiger gewirkt. Wenn der mittelalterliche Meister seinen Helm dennoch mit Schwellung versah, dann haben ihn eben andere als konstruktive Gründe dazu bewogen, und es ist zu vermuten, daß er aus einem sehr feinen statischen Gefühl heraus die

[9]) Dadurch gestaltete sich bei den Erneuerungsarbeiten am Helm 1919—1921 der Ersatz einzelner Maßwerkstücke so außerordentlich leicht; sie konnten ohne jede Hilfsverstrebung außer den primitivsten Gewichtsabstützungen entfernt und nach der Ergänzung durch ein neues Stück wieder eingesetzt werden.

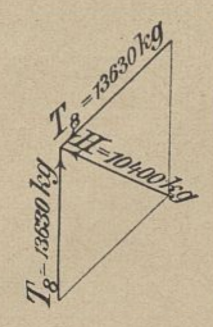


Abb 2. Graphische Ermittlung des Horizontalschubs.



Abb. 3.

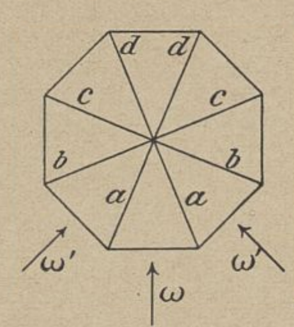


Abb. 4. Winddruck auf den Helm.

eisernen Ringanker gegen die Nachteile der Schwellung in die Steinringe eingebracht hat.

C. Einfluß auf den Horizontalschub H.

Untersuchen wir die Größe des Horizontalschubes beim geraden Helm: $H' = D' \cdot \cos\alpha' = 86\,320 \cdot \cos 81^\circ 41' = 12\,486$ kg. Dagegen bei Schwellung war: $H = 10\,413$ kg (siehe I. C,). Hier bietet die Schwellung einen kleinen Vorteil; er gewänne an Bedeutung, wenn dem Mauerwerk der Achteckhalle zugemutet worden wäre, den Schub aufzunehmen.

D. Einfluß auf die Strebenkräfte N.

Da die Maßwerkstreben selbst spannungslos sind, so kann sich auch kein Einfluß aus der Schwellung auf sie geltend machen.

Wägen wir die Vor- und Nachteile der Schwellung für die Stabilität des Helmes gegeneinander ab, so muß dem nicht geschwellten Helm eine größere Standfestigkeit zugestanden werden, als dem mit einer konvexen Schwellung versehenen.

III. Der Winddruck.[10])

Eine erhebliche Schwierigkeit zur sicheren Berechnung des Winddruckes auf den Helm besteht in der Unmöglichkeit, zahlenmäßig genau die Größe des Druckes auf die durchbrochenen Helmflächen festzulegen. Da es sich hier aber nicht darum handelt, die absolute Größe des Winddruckes kennen zu lernen, sondern nur darum, aus seinen relativen Werten einen zuverlässigen Maßstab für die Einschätzung seines Einflusses auf die Stabilität des Helmes zu gewinnen, so dürfte eine genügende Genauigkeit erreicht werden, wenn w mit 100 kg/qcm auf die vollwandige Fläche, also mit der Hälfte der sonst üblichen Größe eingesetzt wird. Einige weitere Voraussetzungen vereinfachen die Berechnung wesentlich; sie sind allgemein im Gebrauch und vermögen das Resultat kaum zu ändern:

1. Die Schwellung wird vernachlässigt;
2. Die Stellung der Seitenflächen wird senkrecht und
3. Die Windrichtung lotrecht dazu angenommen.

Dadurch rechnet man wohl etwas ungünstiger; dies kommt jedoch der Standsicherheit des Helmes zugute. Ferner: $W' = W \cdot \sin^2 45^\circ = \frac{1}{2} W$. (Abb. 4.)

Positive Zahlenwerte geben auch hier eine Zugkraft, negative eine Druckkraft an.

Die allgemeinen Ausdrücke für die Stabkräfte sind für eine Helmzone mit dem Index m — auf Abb. 1 die fünfte Helmzone — aufgestellt und gelten für alle Zonen.

Es bezeichnen:

e_m = Abstand der Mitte der m ten Zone von der Spitze;
x_m = Abstand des unteren Steinringes der m ten Zone von der Spitze;
h = Gratlänge;
d_m = Länge der Diagonale der m ten Zone;
b_m = untere Breite des m ten Zonenfeldes;
F_o = Querschnitt des Grates für $x = o$;
F_n = Querschnitt des Grates für $x = h$.

A. Beanspruchung der Helmgrate durch Winddruck.

Da der Wind den Turmhelm einseitig trifft, so müssen die einzelnen Grate a; b; c und d (Abb. 4) auch verschiedenartige und verschieden große Beanspruchungen erfahren: W_a; W_b; W_c und W_d.

1. für die Grate a gilt:

$$W_{am} = + w \cdot \frac{\sqrt{2}}{12} \cdot x_{m-1}^2 - 0{,}0676 \cdot w \cdot h^2 \cdot \mu \cdot$$

Darin ist zu setzen: $$\mu = \left(\frac{F_o}{F_n - F_o}\right)^2 + \frac{0{,}5 - \frac{F_o}{F_n - F_o}}{l_n \frac{F_n}{F_o}}$$

Nun ist $F_o = 2173$ qcm und $F_n = 3487$ qcm (siehe I. A.)
Mit diesen Werten errechnet sich: $\mu = 0{,}285$.

Der Ausdruck für W_{am} zeigt, daß der Winddruck in der untersten Zone am stärksten fühlbar sein wird. Daher:

$$W_{a_7} = + 100 \cdot \frac{\sqrt{2}}{12} \cdot 36{,}53^2 - 0{,}0676 \cdot 100 \cdot 40{,}61^2 \cdot 0{,}285$$
$$= + 12549 \text{ kg (Zug)}$$

2. für die Grate b gilt:

$$W_{bm} = - w \cdot \frac{\sqrt{2}}{12}\left(x_m^2 - \frac{1}{2} x_{m-1}^2\right) + 0{,}0897 \cdot w \cdot h^2 \cdot \mu \cdot$$

$$W_{b_7} = -100 \cdot \frac{\sqrt{2}}{12}(40.61^2 - \frac{1}{2} \cdot 36{,}53^2) + 0{,}0897 \cdot 100 \cdot 40{,}61^2 \cdot 0{,}285$$
$$= - 7355 \text{ kg (Druck).}$$

3. für die Grate c gilt:

$$W_{cm} = - w \cdot \frac{\sqrt{2}}{12} \cdot \frac{1}{2} \cdot x_m^2 + 0{,}0381 \cdot w \cdot h^2 \cdot \mu \cdot$$

$$W_{c_7} = - 100 \cdot \frac{\sqrt{2}}{12} \cdot \frac{1}{2} 40{,}61^2 + 0{,}0381 \cdot 100 \cdot 40{,}61^2 \cdot 0{,}285$$
$$= - 7925{,}6 \text{ kg (Druck)}$$

4. für die Grate d gilt:

$$W_{dm} = - 0{,}0503 \cdot w \cdot h^2 \cdot \mu$$
$$W_{d_7} = - 0.0503 \cdot 100 \cdot 40.61^2 \cdot 0{,}285 = - 2364 \text{ kg (Druck)}$$

Es ergibt sich, daß in den Graten a durch den Winddruck eine Zugkraft entsteht, der in unserm Falle die bedeutend größere Druckkraft $D_7 = - 86\,046$ kg entgegenwirkt; sie erfordert also keine weitere Berücksichtigung.

Die übrigen Grate b, c und d erfahren jeweils eine Druckbeanspruchung, die sinngemäß zu der Druckkraft D aus dem Eigengewicht zuzuzählen ist.

Für die Querschnittsberechnung der Grate sind, wie früher erläutert, $D_6 = - 63\,520$ kg und die größte Druckkraft aus dem Winddruck $W = - 7925{,}6$ kg maßgebend.

Der denkbar größte Gratdruck ist daher:

$$D_{max} = - \frac{D_6 + W_{c_7}}{3487} = - \sim 20{,}5 \text{ kg/qcm}$$

Die Helmgrate genügen in ihren Querschnittsabmessungen sehr gut allen Anforderungen, ohne aber eine übermäßige Stärke aufzuweisen.

B. Beanspruchung der Steinringe durch Winddruck.

$$T_{wm} = - 0{,}08 \cdot w\,(4\, e_{m+1} \cdot b_{m+1} - e_m \cdot b_{m-1})$$
$$T_{w_7} = - 0{,}08 \cdot 100\,(4 \cdot 38{,}565 \cdot 5{,}00 - 34{,}36 \cdot 4{,}1) = - 5045 \text{ kg (Druck)}$$

Als größten Ringdruck haben wir in Rechnung zu stellen:

$$T_{max} = - \frac{T_7 + T_{w_7}}{2400} = - 3{,}385 \text{ kg/qcm (Druck).}$$

Es bietet sich uns hier die gewiß merkwürdige Erscheinung, daß der Winddruck der Standsicherheit des Helmes geradezu dienlich ist, indem er den infolge der Schwellung sehr klein gewordenen Ringdruck wieder vergrößert. Dies Ergebnis ist auch insofern von einem besonderen Interesse, als dadurch die Ueberflüssigkeit der eisernen Ringanker in den Steinringen erst recht deutlich wird und sie niemals eine Sicherheitsmaßnahme gegen Winddruck darstellen können, wie Architekt Kempf dies behauptet.

C. Winddruck und Horizontalschub am Helmfuß.

Der Horizontalschub ändert sich unter der Einwirkung des Winddruckes je nach der Zu- resp. Abnahme der Druckwirkung der Gratstäbe. Als Maximalwert kommt in Betracht:

$$H_{max} = (D_7 + W_{c_7}) \cdot \cos\alpha_7 = (86046 + 7925{,}6) \cdot \cos 83^\circ 3' = 1370 \text{ kg. 1}$$

H aus dem Eigengewicht allein war: 10 413 kg.

Der Zuganker im Mauerring genügt dieser kleinen Mehrbelastung vollkommen.

D. Beanspruchung der Maßwerkstreben durch Winddruck.

$$N_{wm} = + 0{,}232 \cdot w \cdot e_m \cdot d_m$$
$$N_{w_7} = + 0{,}232 \cdot 100 \cdot 38{,}565 \cdot 6{,}0 = + 5368{,}4 \text{ kg (Zug)}$$

Die Maßwerkstrebe erfährt durch den Winddruck eine Zugbeanspruchung. Zur Aufnahme dieser Zugwirkung ist sie jedoch völlig ungeeignet; einmal weil der Stein nicht auf Zug beansprucht werden kann und mehr noch deshalb, weil die Streben aus einzelnen Steinstücken zusammengesetzt sind. Da aber bei der symmetrischen Gestaltung des Maßwerkes in jedem Feld jeder Strebe eine Gegenstrebe entspricht, so muß diese letztere eine der Zugkraft in der Strebe gleich große Druckkraft aufnehmen, und die auf Zug beanspruchte Strebe selbst bleibt spannungslos. Dem Maßwerk der Helmseiten fällt damit rein konstruktiv betrachtet neben den beiden Aufgaben der Gewichtsübertragung aus den Helmflächen auf die Grate und der Unterstützung der weitgespannten Steinringe die dritte zu, eine notwendige Windverstrebung der einzelnen Helmgefache zu bilden vergleichbar dem Andreaskreuz in der Zimmerkonstruktion.

Der kleinste Strebenquerschnitt beträgt: 970 qcm.

---

[10]) Die mathematische Grundlage bilden die Untersuchungen von Müller-Breslau, Die Berechnung achtseitiger Turmpyramiden, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 43. Bd., 1899, S. 1126—1134.

Daraus errechnet sich eine Beanspruchung der Strebe von:

$$N_{max} = \frac{5368,4}{970} = \sim 5,5 \text{ kg/qcm.}$$

Wenn die Maßwerkstreben, wie auch die Steinringe (III. B.) reichlich große Querschnitte im Verhältnis zu den in ihnen wirkenden Kräften erhielten, so ist daran zu denken, daß sie sich in erster Linie der formalästhetischen Ausbildung des Helmes unterzuordnen hatten. Für sie galt nur, daß sie mindestens so stark sein mußten, als aus konstruktiven Gründen notwendig war; darüber hinaus war ihnen keine Grenze gesetzt. Ein allzu kleinliches Vergleichen der Kraftgröße mit der Querschnittgröße ist bei den Maßwerkstreben dazu nicht angebracht, weil die Strebenform nicht genau die statische Kraftrichtung einhält.

Wir sind am Ende unserer Untersuchungen angelangt. Nur die Berechnung konnte die unentbehrliche Grundlage zur vollen Würdigung dieses Bauwerkes auch in technischer Hinsicht schaffen und einen tiefen Einblick gewähren in die konstruktive Leistung jener Zeit und jenes großen Meisters.

Der stärkste Erfolg in der geistigen Lösung der gestellten Aufgabe lag in der Wahl der Wölbung zur steil emporstrebenden Form einer Pyramide. Erst diese Uebertragung der an anderen Stellen der Bauwerke auf einem langen Wege erworbenen Erfahrung, die Baumassen nach den allmählich klar erkannten statischen Kraftrichtungen einzustellen, auf den hochgetürmten steinernen Helm hat diesen seiner lastenden Schwere zu entkleiden und die wundervolle Wechselwirkung zwischen strenger Gesetzmäßigkeit und doch wieder ungehemmter Freiheit hervorzubringen vermocht.

Mit folgerichtiger Durchführung hat der Meister das ganze Helmgewölbe in lauter Energiewege aufgelöst und mit kaum faßbarem statischen Feinsinn jeder auftretenden Kraftrichtung und nur diesen allein die notwendige Führung gegeben und sie in wohlgeordnete Bahnen gelenkt. Sein materialstoffliches Gefühl verlieh ihm eine mit keiner wissenschaftlich begründeten Methode zu übertreffende Sicherheit, der Größe jeder Kraft die Materialmenge entgegen zu stellen, welche die Widerstandsfähigkeit des Baustoffes verlangte. Nur wenn das stärkere Motiv seines ästhetischen Formempfindens zu anderen Abmessungen zwang, wich der Meister von der ersten technischen Forderung ab. Diese Helmkonstruktion wurzelt tief im Stilgefühl jener Zeit, die im unlösbaren Zusammenhang zwischen Schmuck und konstruktiver Haltung ihr eigenstes und frisches künstlerisches Gut sah. An keinem mittelalterlichen Bauwerk ist ein unendlich reicher Baugedanke so einfach und erschöpfend gefaßt, so eng verschmolzen mit der Konstruktion wie an unserem Helm. Von ihm gilt in Wahrheit, daß die Konstruktion ganz Architektur, die Architektur ganz Konstruktion wurde.

Bücherschau.

W. Effmann, Die karolingisch-ottonischen Bauten zu Werden, II, Clemenskirche, Luziuskirche, Nikolaıskirche, mit 21 Text- und 14 Tafelbildern. Aus dem Nachlaß herausgegeben von Elisabeth Hohmann, Berlin, Deutscher Kunstverlag, 1922.

Als eine der schönsten romanischen Kirchen der Rheinlande war die Werdener Abteikirche schon früher bekannt und gewürdigt worden.[1]) Daß sie aber außer ihren umfangreichen spätromanischen Teilen auch noch ältere Bestandteile aus karolingischer und ottonischer Zeit umfaßt, die für die ältere deutsche Baugeschichte von höchstem Werte sind, diese Erkenntnis verdanken wir dem glücklichen Zusammenwirken zweier Umstände. Erstens ist die Kirche durchgreifend restauriert worden. Nur bei dieser Gelegenheit war die Möglichkeit gegeben, eine gründliche Untersuchung aller Teile vorzunehmen. Zweitens hatte sich Effmann, ein geborener Werdener, ein sowohl technisch als kunstgeschichtlich gleich gründlich vorgebildeter Forscher, dieser Aufgabe mit größter Liebe unterzogen. Die Ergebnisse seiner mehrjährigen, gewissenhaften Untersuchungen hat er dann in einem umfangreichen, mit 288 Text- und 21 Tafelbildern versehenen Werke niedergelegt, das als mustergültig allgemein anerkannt ist.

Außer der Abteikirche sind in Werden noch mehrere alte Bauwerke vorhanden, die, wenn auch klein, zum Teil sogar nur in Ueberresten erhalten, doch besonderen kunstgeschichtlichen Wert besitzen. Mit großer Spannung hat man daher dem zweiten Teil des Effmannschen Werkes entgegengesehen[20]).

Unter den hierin veröffentlichten Bauten steht die in wesentlichen Teilen erhaltene Luziuskirche an erster Stelle. Die Entstehungszeit dieser kleinen dreischiffigen Kirche, auf deren kunstgeschichtlichen Wert schon Clemen hingewiesen hatte[2]), ist glücklicher Weise festgestellt. Im Jahre 995 begonnen und um 1063 vollendet, ist sie für die damalige Zeit in merkwürdig reichen und mannigfaltigen und zudem in vielfach neuartigen Formen gestaltet. Man findet hier sowohl an den äußeren als inneren Wänden mit bossierten korinthischen Kapitälen versehene Wandpfeiler und am Mittelschiff und zwischen den drei Chören mit Säulen wechselnde Pfeiler, den sog. Stützenwechsel, der zwar schon am Atrium der Aachener Pfalzkirche und der ältesten Werdener Abteikirche, der Salvatorkirche (nach Effmannscher Annahme) vorhanden war, an der Luziuskirche aber in eigenartiger Form auftritt. Je zwei Bögen sind hier rechteckig umrahmt, und zwar von Gesimsen und vortretenden Mauerflächen[3]) Unter den Arkadenstützen begegnen uns Säulen mit glatten Schäften und solche in Bündelform, unter den Kapitälen antikisierend-korinthische in ausgebildeter und solche in Bossenform neben eigenartigen Würfelkapitälen[4]), Der Westturm hat einen Vorbau mit großer halbkreisförmiger Nische, in der die Eingangstür liegt. Darüber befindet sich eine kleine rechteckige Empore mit Pultdach. Die Nische erinnert an den Westeingang der Aachener Pfalzkirche. In Werden findet man sie noch vor dem westlichen Teil der Abteikirche, der ehemaligen Peterskirche, außerdem noch an einem Portal von St. Emeran in Regensburg[5]). Nischen zeigen auch die Langwände der beiden Nebenchöre und sogar die Hochwände des Mittelschiffs unterhalb der Fenster. Hier bereiten sie gewissermaßen schon die Triforien der Gotik vor.

Ob und wo diese und manche andere Einzelheiten Vorläufer gehabt haben, ist nicht zu entscheiden. Die meisten Kirchen jener Zeit mußten Neubauten weichen und der jetzige Bestand an alten Bauwerken kann unmöglich ein richtiges Bild der Entwicklung geben. Wenn man trotzdem Vergleiche anstellen und der Luziuskirche eine Stellung unter den noch erhaltenen Bauten einräumen will, könnte man bei den antikisierenden Wandpfeilern der inneren Hochwände[8]), die sehr häufig an französisch-romanischen Basiliken vorkommen, an einen Einfluß von Westen denken.

In mehrerer Hinsicht erinnert die Kirche wohl auch an die Basilika des schon im 9. Jahrhundert von König Zwentibold von Lothringen gestifteten Frauenklosters zu Süstern bei Roermund[9]). Die Kirche ist zeitlich nicht bestimmt. Chor und Querschiff scheinen auch nicht mit dem Langschiff gleichalterig zu sein. Auch in Süstern sind drei Paralellchöre vorhanden mit Säulenstellung an den Zwischenwänden und mit rechteckiger Umrahmung der Bögen wie in Werden. Im Querschiff sind einzelne Nischen angebracht, und auch je drei Nischen zwischen den Bögen und den Fenstern des Hauptchores. Im Osten liegt vor den drei Chören und der Confassio, also nicht von der Kirche überbaut, eine Krypta wie bei der Werdener Abteikirche. Sie weicht aber von dieser im Grund- und Aufriß wesentlich ab und gleicht mehr der 1051 geweihten Ostkrypta zu Essen[10]).

Die Nischengliederung in den Seitenschiffen und den Hochwänden des Mittelschiffs im Verein mit dem Wandpfeilerschmuck verleihen der Luziuskirche ein für ihre frühe Entstehungszeit außergewöhnlich reiches Gepräge.

In bezug auf Nischengliederung wird die Luziuskirche aber noch übertroffen von einem älteren, benachbarten, schon in der zweiten

---

[1]) Besonders von Stüler und Lohde in der Zeitschrift für Bauwesen 1857, Taf. 20—25.

[20]) Ich denke auf die lombardisch beeinflußten Portale zurückzukommen und verweise vorläufig auf S. 30 ff. meiner Schrift „Die Beziehungen der Handschriftmalerei auf die romanische Baukunst", Straßburg 1907.

[2]) Die romanische Monumentalmalerei in den Rheinlanden, 1916.

[3]) An der Kirche zu Breitenau bei Kassel bestand ehemals, wie aus den Ueberresten hervorgeht, auch ein Wechsel in der Umrahmung. Breite Schachbrettmuster wechseln hier mit Rahmen aus Blatt- und Rankenwerk.

[4]) Derartiger Wechsel alter und neuer Kapitälformen trifft man nicht selten in der Frühzeit, so in Essen, am Westbau und in der Krypta, in Werden an der Empore der Peterskirche und in der Krypta, in Paderborn in der Bartholomäuskapelle und in sehr mannigfaltiger Art in der Krypta der Stiftskirche zu Quedlinburg und noch an anderen romanischen Bauten sogar noch der späteren Zeit.

[5]) Abb. bei Otte, Gesch. d. romanischen Baukunst in Deutschland, 1874, S. 233.

[8]) In Deutschland sind sie selten. Hier gehören St. Luzius und das Querschiff von Limburg a. H. zu den ersten Beispielen. An den Außenseiten kommen antikisierende Wandpfeiler unter Gesimsen ohne Bogenfries in der Frühzeit häufiger vor, u. a. in Aachen, Essen, Köln, Heiligkreuz bei Trier und an den Rundtürmen der Dome zu Trier und Mainz.

[9]) Nicht genaue Abbildungen bei v. Fisenne, Kunstdenkmäler des Mittelalters I, 1879.

[10]) Eine nicht überbaute Krypta bestand auch in Centula (nach Effmann).

Hälfte des 9. Jahrhunderts entstandenen Bauwerk, durch den Stiftungsbau des Frauenklosters zu Essen. Die Nischen sind aber hier nicht gruppenweise geordnet, auch nicht flach wie in Werden, sondern halbkreisförmig und von Blendbögen und Lisenen umfaßt. Im Grundriß läßt sich die Basilika noch aus den Ueberresten in den Seitenschiffen, im Querschiff und der ehemaligen westlichen Vorhalle rekonstruieren. Nur wie die Stützen und die Hochwände des Mittelschiffs beschaffen waren, ist nicht zu beurteilen. Die letzteren hatten zweifellos eine den Seitenschiffen entsprechend reiche Gliederung, die wahrscheinlich aus Nischen und vielleicht auch aus Wandpfeilern bestand wie in Werden. Die Stellung der Essener Basilika in die spätkarolingische Zeit hat anfangs einiges Befremden erregt. Die Schuld lag hauptsächlich daran, daß ich meine Ansicht nicht genügend klar begründet hatte [11]), zweitens wohl an mancherlei Vorurteilen. Das Bild, das man sich von der karolingischen Baukunst zu machen pflegte, war doch damals ein etwas mangelhaftes. Man urteilte, abgesehen von der eine Ausnahmestellung einnehmenden Aachener Pfalzkirche nur zu sehr nach den kleinen, einfachen Einhardschen Basiliken im Odenwald und dem kleinen Rundbau zu Fulda. Der westgotisch beeinflußte, 806 geweihte Zentralbau zu St. Germain-des Prés a. d. Loire wurde nicht seiner Bedeutung gemäß eingeschätzt [12]), und die überaus großartige Basilika zu Centula ist erst durch Effmann genügend bekannt geworden, obgleich wir auch hier über die baulichen Einzelheiten und die Dekoration keine Anhaltspunkte besitzen. Zweifellos entsprach sie der Großartigkeit der ganzen Anlage. Daß aber die spätkarolingische Baukunst in mancher Hinsicht auf noch höherer Stufe stand als die frühere, beweist die prunkvolle Torhalle zu Lorsch, die zweifellos aus der Zeit Ludwig des Deutschen stammt [13]) und auch auf den Reichtum in der Ausstattung der dort urkundlich erwähnten „ecclesia varia" schließen läßt. Auch die spätkarolingischen Miniaturen und mehrere plastische Werke in Elfenbein unterstützen diese Annahme. Die Zeitstellung der Essener Basilika in die zweite Hälfte des neunten Jahrhunderts ist aber doch von namhaften Forschern auf dem Gebiete der älteren Baukunst (Graf, P. J. Meier und Albr. Haupt) anerkannt und in neuester Zeit auch von P. Frankl [14]). Daß Dehio „noch nicht unbedingt überzeugt ist", liegt wohl daran, daß er Ueberreste korinthisierender Pfeilerkapitäle im oberen Teil der westlichen Vorhalle der Basilika, die eine wesentliche Stütze des Beweises bilden, nicht gekannt oder nicht genügend berücksichtigt hat [15]). Die Basilika erhielt eine wesentliche und zweimal eine östliche Erweiterung. Die erste der letzteren hatte wie St. Luzius in Werden drei Parallelchöre, die ebenfalls durch Bögen mit Säulenstellungen zueinander geöffnet waren. Die Entstehungszeit dieses Bauteils dürfte man wohl etwas früher ansetzen als die Luziuskirche. (Ich denke auf die Essener Stiftskirche noch zurückzukommen.)

Daß die Luziuskirche von Süstern oder auch von Essen in ein oder anderer Hinsicht beeinflußt war, ist möglich, braucht aber, selbst wenn wesentlichere Formverwandtschaft bestände, noch nicht mit Sicherheit angenommen zu werden. Außer dem schon angegebenen Grund ist zu bedenken, daß sich damals die verschiedensten baulichen Einflüsse fortwährend kreuzten, was besonders darin seinen Grund hatte, daß die Baumeister damaliger Zeit, wo es sich um größere kunstvollere Bauten handelte, meistens weit gereiste Leute waren, die aus fernen Gegenden kamen und nach Vollendung ihrer Werke wieder fortzogen, um anderwärts weiterzuarbeiten [16]).

Von der ehemaligen, vor 940 begonnenen, 957 vollendeten Werdener Klemenskirche sind nur noch die Grundmauern erhalten [17]). Es war eine kleine einschiffige Kirche, aber bemerkenswert durch ihre Ostwand. Diese hatte trotz ihres sehr geringen Umfanges (die Ostwand ist im Aeußeren nur 10,60 Meter breit) drei, und zwar gleichbreite, aus der Mauer ausgetiefte, nach außen nicht vortretende halbkreisrunde Apsiden. Effmann weist auf Kirchen mit ähnlichem Grundriß im Graubünden [18]), die am Wege nach Italien, an den Alpenpässen von Rhätien liegend, wohl Einfluß auf die Klemenskirche gehabt haben könnten. Ihre Apsiden besitzen aber fast alle hufeisenförmigen Grundriß und die Chornischen treten nach außen hin vor. Daß letzteres in Werden nicht der Fall ist, könnte man vielleicht aus dem nach Osten stark ansteigenden Gelände erklären. Eine gerade Ostmauer mit drei eingetieften Chornischen besitzt aber die wahrscheinlich um 800 erbaute kleine Kirche zu Niederzell auf der Insel Reichenau im Bodensee [19]) und die von Ludwig dem Deutschen erbaute, in den Grundmauern ausgegrabene Kirche zu Frankfurt a. M. [20]). Diese Kirchen sind allerdings dreischiffig und die Apsiden daher nicht von gleicher Breite.

Die ehemalige Werdener Nikolauskirche ist von demselben Abte, der die Luziuskirche errichtet hat, erbaut und im Jahre 1047 geweiht worden. Auch von ihr sind nur noch Fundamente vorhanden, die aufzugraben leider nicht möglich war. Es ist jedoch die Westseite in einer Abbildung erhalten, die, obwohl erst im 18. Jahrhundert angefertigt, doch, von einigen späteren Zusätzen abgesehen, noch den romanischen Charakter der kleinen Kirche erkennen läßt, vielleicht auch den ursprünglichen Zustand der Westseite einigermaßen richtig wiedergibt. Die Kirche hatte runde, von Blendbogen und Lisenen umgebene Fenster. Besonderen kunstgeschichtlichen Wert dürfte dem Portalvorbau zugesprochen werden, da er den Einfluß der lombardischen Baukunst bezeugt! An jeder Seite des Eingangs steht eine auf einem Löwen ruhende Säule (soweit die kleine Wiedergabe auf der Tafel IV erkennen läßt). Oben ist das Säulenpaar mit einem Rundbogen verbunden, der einen Flachgiebel trägt. Mit den westlichen Vorbauten der Werdener Luzius- und Abteikirche hat das Portal der Nikolauskirche wenig Aehnlichkeit, zumal hier der Eingang nicht wie dort in halbkreisrunder, sondern in flacher Nische von rechteckigem Grundriß liegt [21]). Man hat über die Beziehungen der lombardischen zur deutschen Baukunst viel geschrieben [22]), sie auch aus Monumenten zu beweisen gesucht. Das Portal an der Nikolauskirche liefert einen interessanten Beitrag.

Der Raum vor der Westseite der Kirchen wurde seit der karolingischen Zeit vielfach für die Abhaltung der Sendgerichte und andere öffentliche Rechtshandlungen bestimmt [23]). Auch in Werden bestand dieser Brauch. Zwischen dem Löwen der Nikolauskirche pflegte man Gericht zu halten; auch wurden hier neue Beamte in Eid und Pflicht genommen [24]).

Unter den deutschen Städten, in denen Bauwerke aus karolingischer bzw. frühromanischer Zeit erhalten sind, muß man jetzt, nachdem auch der zweite Band des Effmannschen Werkes erschienen ist, Werden eine der ersten Stellen einräumen.

Aachen. Dr. Georg Humann.

---

[11]) Bonner Jahrbücher, Bd. 82, 1886 und Bd. 93, 1891. Nachträge in den „Studien zur deutschen Kunstgeschichte", Heitz, Straßburg, Heft 120, 1909 und 149, 1910.

[12]) Eingehend beurteilt erst bei Clemen a. a. O.

[13]) Studien zur deutschen Kunstgeschichte, Heft 120, 1909.

[14]) Die Baukunst des Mittelalters, S. 34 in Burgers Handbuch der Kunstwissenschaft.

Der im Reg.-Bez. Münster gebrochene Baumberger Stein, der nach Effmann in der Ruhrgegend zuerst dem Essener Westwerk (um das Jahr 1000) dann in Werden an der Luziuskirche verwendet sei, findet sich in Essen jedoch schon an der genannten karolingischen Basilika neben rheinischem Tuff und Ruhrkohlensandstein.

[15]) Handbuch d. deutschen Kunstdenkmäler, V.

[16]) In Aachen waren bekanntlich fremde, weit hergereiste Bauleute tätig (J. v. Schlosser und andere haben vorzugsweise an Lombarden gedacht). Dann findet man fremde Baumeister urkundlich an karolingischen und romanischen Bauten erwähnt in Centula, Verdun, Schildesche in Westf., Deutz, Dijon, Paderborn, Regensburg, Hirsau, Augsburg, Speyer, Trient und Premonté.

[17]) Die bei Effmann im Grundriß (Fig. 2) eingezeichneten Fundamente zweier Reihen Säulen oder Pfeiler (die Fundamente der Außenmauern sind nicht mehr vorhanden) gehören einer an fast gleicher Stelle erbauten, größeren, dreischiffigen Kirche an, die wahrscheinlich in späterer Zeit erbaut war. Obgleich auch Beispiele vorliegen, daß eine größere Kirche durch eine kleinere ersetzt ist (es sei nur an den Dombau Hezilos in Hildesheim erinnert), kommt das Gegenteil bei weitem häufiger vor und dies ist auch wohl in Werden anzunehmen. Effmann hat hierüber nichts bemerkt. Wenn es ihm vergönnt gewesen wäre, seine Arbeit herauszugeben, würde er sich auch wohl hierüber und vielleicht noch über andere nicht berührte Fragen ausgesprochen haben, da er keiner Schwierigkeit aus dem Wege zu gehen pflegte. Daß Frau Elisabeth Hohmann, obwohl kunstgeschichtlich gebildet, das Effmannsche Manuskript pietätvoll in unveränderter Weise herausgegeben hat, wird allgemeine Anerkennung finden.

[18]) Abbildungen bei Zemp, Kunstd. der Schweiz in den Mitt. d. schweiz. Gesellsch. f. Erforschung der histor. Kunstd., N. F. V und VI, 1906 und 1908.

[19]) Abb. bei Adler, Baugesch. Forschungen in Deutschland I, Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. 1869. In Sonderausg. 1870.

[20]) Abb. in Frankfurt u. s. Bauten 1886, S. 108, Deutsche Bauzeitung 1892, S. 193. Auch bei Frankl, a. a. O., Fig. 55.

[21]) Effmann hat die Nische in der Zeichnung für eine halbkreisrunde gehalten. Es ist aber wohl eine etwas ungeschickt gezeichnete Nische von rechteckiger Grundform.

[23]) Kraus, Gesch. der christl. Kunst, II, S. 372. Vgl. Reusens, Elem. d'archéologie chrétien, Bd. I, S. 171.

[24]) Effmann, Bd. I, S. 387, Bd. II, S. 61. Ueber Gerichtsverhandlungen im westlichen Teil (auch dieser hatte Löwenpfeiler) der Abteikirche s. Effmann, Bd. I, S. 313, 320 und 333.

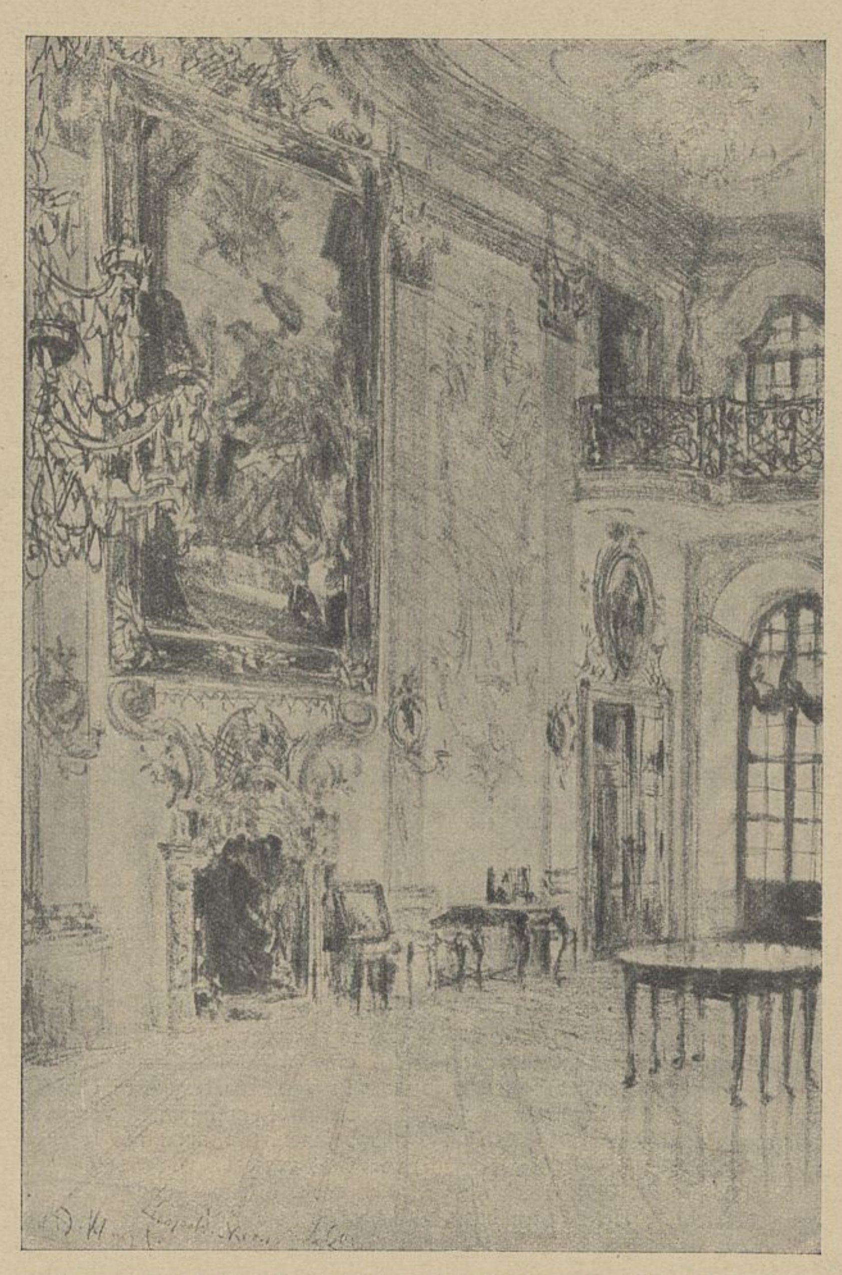
„Das Zeichnen von Architektur und Landschaft“ [1]) nennt Fritz Beckert, Professor an der sächsischen Technischen Hochschule Dresden, sein Buch, mit dem er sich in erster Linie an die Architekturstudierenden wendet.

Der Inhalt der Schrift gliedert sich in acht Abschnitte: Wesen der Zeichnung; Rückblick; Darstellungsarten — Bleistift, Kohle, Kreide, Feder, Pinsel, Tusche; Naturstudien; Ausschnitt und Bildwirkung; Figürliche Staffage; Wert des Zeichnens für den Architekten; Anwendung. Diesem Text (96 Seiten) sind 75 Abbildungen und eine Tafel beigegeben, darunter eine Anzahl vortrefflicher eigener Zeichnungen des Verfassers.

Vom Wesen der Zeichnung ist gesagt, daß das Zeichnen die Kunst bedeute, einen Gegenstand in Schwarz und Weiß wiederzugeben. Die erste Bedingung sei gründliche formale Kenntnis, erworben durch emsiges zeichnerisches Studium. Die Arten teilten sich in Skizze, Studie und ausgeführte Zeichnung. Das Gebiet sei weit und groß: fein und detailliert durchgebildete Arbeiten könnten künstlerisch ebenso hoch stehen, wie breit hingezeichnete. Dürers Naturstudien oder Zeichnungen von R. v. Alt entfalteten bei äußerster Durchbildung seltenen künstlerischen Reiz. Für den jungen Künstler sei Aktzeichnen die Hauptsache; Landschaft und Architektur seien aber nicht minder zum Studium geeignet, Architektur besonders erfordere genaues Abwägen und Beobachten. In der modernen auf dekorative Wirkung eingestellten Kunst spiele die Schwarzweißwirkung eine Hauptrolle. Zeichner und Graphiker aller Zeiten erfüllten die Forderung guter Verteilung von hell und dunkel.

Im Rückblick sind die bedeutenden und bedeutendsten Zeichner von Dürer und Cranach bis Menzel, Liebermann und Slevogt kurz aufgezählt und in den Darstellungsarten die oben bereits erwähnten Mittel charakterisiert.

Im Abschnitt Naturstudien finden sich lehrreiche Fingerzeige für Anfänger, zum Teil unter Hinweis auf die beigegebenen Abbildungen. Wertvoll sind die Hinweise für den jungen Architekten betreffs des Baumstudiums. Verfasser weist hier — unter Ablehnung des veralteten sogenannten „Baumschlages“ — auf das richtige Sehen der Massen in Licht und Schatten und besonders die für den Architekturzeichner unentbehrliche gründliche Vertiefung in das Studium der Gestalt des Stammes und der Aeste; er warnt mit Recht vor Eindressierung auf Manier und gewisse Formeln und zeigt in Darstellungen Warnings ältere Methode gegenüber der charaktervollen Zeichnung Ubbelohdes. Höchste Beachtung verdient sodann die Menzelsche Bleistifttechnik in gröberen (mit dem Zimmermannsbleistift) und feineren Strichen, die zudem mit dem Wischer bereichert wird, verdeutlicht ist dies in der Darstellung aus Schloß Leopoldskron bei Salzburg (s. d. Abb.) Ferner folgen mehrere Abbildungen der geschmackvollen Darstellungsweise des Engländers R. Jones.



Inneres aus Schloß Leopoldskron bei Salzburg von Ad. v. Menzel. (Abb. 30 des Werkes.)

Unter Ausschnitt und Bildwirkung sind Grundsätze des für die Bildwirkung so wichtigen richtigen Bildausschnittes angegeben. Auch hier ist durch die Bezugnahme auf die beigefügten Abbildungen dem Lernenden vorgeführt, worauf es ankommt.

Bei Figürliche Staffage, die bekanntlich von manchen Zeichnern fast grundsätzlich ausgeschaltet wird, weist Verfasser auf deren ausgezeichnete Wirkung bei richtiger Behandlung hin, wie wir sie bei den großen Architekturdarstellern E. de Witte, L. Neefs, G. H. Berck-Heyden, Canaletto, Guardi und Piranesi, ferner Rudolf v. Alt und Menzel finden, wo sie untrennbar mit der Architektur vereinigt ist.

Unter Wert des Zeichnens für den Architekten wird als wichtigstes Erfordernis gründliches Zeichnen und Skizzieren nach der Natur hervorgehoben. Vorbildlich seien die alten Meister der Renaissance Brunelleschi, Raffael, Michelangelo, Palladio, Bernini, die auch Maler und Bildhauer waren. Aber nicht nur der junge Studierende soll üben, auch der Fertige kann dauerndes Naturstudium nicht entbehren. Die dem Werk beigegebenen Darstellungen stammen zum Teil von der Hand bedeutender Baukünstler der Gegenwart.

Im Schlußkapitel Anwendung sagt Verfasser, daß der Architekt die zeichnerischen Fertigkeiten vor allem beim Entwurf anwendet, wo sich fleißiges Studieren vor der Natur und hierbei erworbener sicherer Grund zeichnerischen Könnens dokumentiert. Durch entsprechend ausgewählte Abbildungen ist auch hier verdeutlicht, wie der Architekt seine so gewonnene Fertigkeit für seine Zwecke verwerten kann.

Ein starker Konkurrent der früher viel mehr verbreiteten Naturskizze ist der Photographenapparat geworden. Es soll nicht verkannt werden, daß er, verständig angewendet, dem Lernenden auch zum Hilfsmittel werden kann: er übt, wenn nicht wild drauflos geknipst wird, das Sehen, d. h. das Erfassen des Bildes und das Bemessen des richtigen Bildausschnittes. Zugestanden! — aber keinesfalls kann das Photographieren die Uebung, die die Hand des Architekten erringen muß, ersetzen. Als ein Zeichen der durch die photographische Kamera verdrängten Handzeichnung können auch unsere illustrierten Fachblätter gelten. Der Vergleich älterer Jahrgänge mit den neueren läßt dies ohne weiteres erkennen. Erst etwa ausgangs der achtziger Jahre tauchen darin vereinzelte auf photographischer Grundlage gewonnene Abbildungen auf im Gegensatz zu der heutigen Erscheinung, wo diese überwiegen. Auffallenderweise bringen englische und amerikanische Fachzeitschriften häufiger vortrefflich dargestellte Handzeichnungen. Es sei hier nur auf „Studio“ und „Academy Architecture“ hingewiesen. Wir können hier vom Ausland lernen.

Die durch das Beckertsche Buch gegebene Anregung möge dazu beitragen, bei den Architekturstudierenden, denen es warm zu empfehlen ist, die Freude am Skizzieren vor der Natur zu beleben.

Berlin Felix Genzmer.

[1]) Beckert, Fritz. Das Zeichnen von Architektur und Landschaft. Strelitz i. Mecklbg. 1924. Polytechnische Verlagsgesellschaft Max Hittenkofer. 96 S. in gr. 8° mit 75 größtenteils ganzseitigen Abb. und 1 Tafel. Geb. 8 G.-M.